

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

Programa de Pós/Graduação em Engenharia de Produção

**AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DE INTERFACES DA "URNA  
ELETRÔNICA" COM O ELEITOR UTILIZADA NO PROCESSO  
ELEITORAL MUNICIPAL BRASILEIRO DE 1996.**

Ione Caldas Couto

Orientador: Walter de Abreu Cybis, Dr. Eng

Florianópolis, julho de 1999

-  
Engenharia de Produção.

Florianópolis, julho de 1999  
**Ione Caldas Couto**

**AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DE INTERFACES DA "URNA  
ELETRÔNICA" COM O ELEITOR UTILIZADA NO PROCESSO  
ELEITORAL MUNICIPAL BRASILEIRO DE 1996.**

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção e aprovada m sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Banca Examinadora

-----

Prof. Walter de Abreu Cybis, Dr.

Orientador

-----

Prof. Neri dos Santos, Dr.

-----

Prof. Francisco Antônio Pereira Fialho,

Dr.

Florianópolis, julho de 1999.

**AGRADECIMENTOS**

No decorrer de qualquer jornada, temos ao nosso lado pessoas e/ou instituições que nos auxiliam, nos fornecem informações, nos dão estímulos para continuarmos e que merecem nossos agradecimentos:

- Ao corpo docente do Programa de Pós graduação em Engenharia de Produção da UFSC pela troca de experiências que contribuíram para meu aprimoramento pessoal, profissional e intelectual.
- A Capes, pelo apoio sem o qual esta dissertação não teria se concretizado.
- Ao prof. Walter de Abreu Cybis, por sua orientação, compreensão e paciência em todas as fases do mestrado.
- A todos aqueles que estiveram ao meu lado e que de alguma forma contribuíram para o enriquecimento desta dissertação.
- A Deus, pois ele é a razão de tudo o que fazemos.

## **Sumário**

<b>Capítulo</b>	<b>9</b>
<b>1.....</b>	
<b>.....</b>	
<b>Introdução .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1. Apresentação do Problema .....</b>	<b>9</b>
<b>1.2. Objetivos .....</b>	<b>11</b>
1.2.1. Objetivo Geral.....	12
1.2.2. Objetivos Específicos.....	12
<b>1.3. Limitações .....</b>	<b>12</b>
<b>1.4. Hipóteses .....</b>	<b>13</b>
<b>1.5. Metodologia Utilizada .....</b>	<b>13</b>
<b>1.6. Descrição dos Capítulos .....</b>	<b>7</b>
<b>Capítulo 2 .....</b>	<b>18</b>
<b>2. O Homem como Parâmetro na Criação de Interfaces.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1. Caracterização dos Usuários <i>Especiais</i> da "Urna Eletrônica"</b>	
<b>    (Quanto às Restrições de Interação com a Interface).....</b>	<b>19</b>
2.1.1. Os Cegos e Deficientes Visuais.....	20
2.1.2. Os Idosos .....	20
2.1.3. Os Deficientes Físicos .....	23
2.1.4. Os Deficientes Auditivos .....	25
2.1.5. Os Analfabetos .....	27
<b>2.2. Aspectos da Personalidade que podem Interferir na</b>	
<b>Interação com Interfaces.</b>	<b>28</b>
<b>Capítulo 3 .....</b>	<b>33</b>
<b>3 -Ergonomia .....</b>	<b>33</b>
<b>3.1. Interação Homem-Computador .....</b>	<b>34</b>
<b>3.2. Técnicas Empregadas para a Avaliação de IHC .....</b>	<b>38</b>
3.2.1. Avaliação Heurística .....	39
3.2.2. Critérios Ergonômicos .....	41
3.2.3. Inspeção Cognitiva .....	44
3.2.4. Avaliação pela Ação .....	47

3.2.4.1. Avaliação Formal pela Ação .....	49
3.2.4.1.1. Avaliação Formal pela Ação para Urna Eletrônica ...	51
3.2.5. Ensaios de Interação .....	53
3.2.5.1. O Contato do Ergonomista com o Software .....	53
3.2.5.1.1. Entrevista com o Criador do Software .....	53
3.2.5.2. Testes Realizados pelo Ergonomista .....	54
3.2.5.3. Entrevista com os Usuários .....	56
3.2.5.4. Pré-Diagnóstico .....	57
3.2.6. Definição do Público-Alvo e dos Cenários .....	58
3.2.6.1. O Público-Alvo .....	59
3.2.6.2.. Cenários de Tarefas .....	60
3.2.7. Coleta de dados .....	62
3.2.7.1. A Avaliação .....	62
3.2.7.2. Coordenação dos Observadores .....	62
<b>3.3. Capacidades Cognitivas .....</b>	<b>64</b>
3.3.1. Memória Humana .....	65
3.3.1.1. Memória Sensorial.....	66
3.3.1.2. Memória de curto prazo .....	67
3.3.1.3. Memória de longo prazo : armazenamento e pesquisa ....	68
3.3.2. Modelos Mentais .....	69
<b>Capítulo 4.....</b>	<b>70</b>
<b>4. A Urna Eletrônica .....</b>	<b>70</b>
<b>4.1. Evolução do Processo de Votação .....</b>	<b>70</b>
4.1.1. Histórico .....	70
4.1.2. Especificações Técnicas da "Urna Eletrônica" .....	72
4.1.3. O Ambiente de Votação .....	73
4.1.4. Legislação Eleitoral Para O Sistema Eletrônico .....	74
4.1.5. O Processo De Votação Eletrônico .....	75
<b>Capítulo 5.....</b>	<b>80</b>
<b>5. Avaliação Ergonômica da "Urna Eletrônica".....</b>	<b>80</b>
<b>5.1. A "Urna Eletrônica".....</b>	<b>80</b>
5.1.1. Desenvolvimento da Urna Eletrônica.....	80
5.1.2. Especificações Técnicas da "Urna Eletrônica".....	81
5.1.3. O Software da "Urna Eletrônica".....	82
<b>5.2. A Interface com o Eleitor .....</b>	<b>83</b>
<b>5.3. Os Excluídos das Novas Tecnologias .....</b>	<b>84</b>

<b>5.4. Avaliação Heurística .....</b>	<b>85</b>
5.4.1. Problemas que o Relatório Levantou .....	85
<b>5.5. Análise Estatística.....</b>	<b>87</b>
5.5.1. Interpretação dos Dados .....	88
<b>5.6. Ensaios De Interação .....</b>	<b>90</b>
5.6.1. Metodologia .....	90
5.6.2. Resultados dos Ensaios de Interação .....	91
5.6.2.1. Primeiro ensaio de interação - Grupo de cegos com conhecimento da urna eletrônica .....	92
5.6.2.2. Segundo ensaio de interação - Grupo de cegos sem conhecimento de <i>braille</i> e da urna eletrônica .....	93
5.6.2.3. Terceiro ensaio de interação - Grupo de pessoas idosas .....	95
5.6.3. Análise dos Resultados e Recomendações.....	96
5.6.3.1. Para os Eleitores Cegos.....	96
5.6.3.2. Para Eleitores Idosos .....	97
<b>Capítulo 6 .....</b>	<b>98</b>
<b>6.1. Recomendações Ergonomicas Resultantes da Avaliação da Interface da Urna Eletrônica .....</b>	
	101
6.2. Conclusão .....	
<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>104</b>
<b>Anexo I .....</b>	<b>107</b>

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Tradução entre componentes</i>	36
Figura 2. Modelo representativo da aplicação da Avaliação Formal da Ação (Voto para prefeito)	52
Figura 3. Modelo representativo da aplicação da Avaliação Formal da Ação (Voto para vereador)	52
Figura 4. Etapas para definição do público-alvo	58

## CAPÍTULO 2

### 2. O HOMEM COMO PARÂMETRO NA CRIAÇÃO DE INTERFACES.

Este capítulo ressalta os aspectos das habilidades do usuário dentro da diversidade humana que possam auxiliar em um reconhecimento dos diferentes tipos de usuários.

O usuário típico ou médio é uma ficção. No caso da "Urna Eletrônica" são considerados usuários "possíveis" todas as pessoas, homens e mulheres, na faixa etária compreendida entre os 16 e os 65 anos, inclusive. Como esse mesmo público alvo compreende uma extensa gama de diferentes tipos de



usuários, com qualidades, necessidades, culturas e limitações características, torna-se necessário o desenvolvimento de um dispositivo para diferentes usuários, com diversas interfaces.

A considerável diversidade das habilidades humanas, suas motivações e personalidades desafiam os projetistas de sistemas interativos. Um projetista homem, destro, com treinamento em computação e a vontade de criar telas de interação rápida pode ter dificuldades para desenvolver uma estação de trabalho para artistas, mulheres, canhotas, com um estilo de trabalho mais livre. A compreensão das diferenças físicas, intelectuais e de personalidade dos usuários é vital. (Shneiderman, 1992)

Um dos maiores problemas no projeto de interfaces é serem desenvolvidas apenas por técnicos treinados no projeto das mesmas, é fundamental a constituição de grupos multidisciplinares diferentes e diversas áreas e fases; no detalhamento da tarefa, na caracterização do usuário, na criação do projeto em si.

## **2.1. Caracterização dos Usuários *Especiais* da "Urna Eletrônica" (Quanto às Restrições de Interação com a Interface)**

Segundo Shneiderman, o *U.S. General Services Administration's (GSA) Guide, Managing End User Computing for Users with Disabilities (1989)*, descreve adaptações para usuários com baixa visão ou cegueira, usuários com limitações auditivas, e usuários com restrições à mobilidade.

Aumentar o tamanho de um texto exibido em uma tela (Glinert and Ladner, 1984), converter o conteúdo de telas para braile ou para um dispositivo de saída de voz (Durre and Durre, 1986; Durre and Glander, 1991) pode ser realizado através de software e hardware atualmente a

venda. A conversão de texto escrito em texto falado pode auxiliar os usuários cegos a receberem correio eletrônico ou a ler arquivos texto e dispositivos que reconhecem a fala permitem o controle e uso de alguns softwares.

De acordo com Shneiderman (1992), a motivação para acomodar os usuários que têm deficiências cresceu desde a promulgação das leis, que exige do governo americano o estabelecimento de ambientes com informações acessíveis, que acomodem empregados que tenham alguma incapacidade. Qualquer companhia que desejar vender produtos ao governo americano deve aderir às recomendações do GSA.

#### 2.1.1. Os Cegos e Deficientes Visuais

Foram consideradas na investigação todas as pessoas q totalmente cegas desde o nascimento ou que tenham perdido a visão posteriormente por doença ou acidente.

Segundo dados do Censo demográfico no Brasil (1991) existem 145.852 cegos e em Santa Catarina são 3.311 o número de cegos.

Um dos maiores problemas a nível de Brasil é a inexistência de estatísticas fidedignas quanto às pessoas portadoras de deficiência de uma maneira geral. No caso desta pesquisa em particular, não foi possível obter informações referentes aos cegos como por exemplo: Quantas pessoas cegas dominam ou usam o método braile, dentro do total de cegos no Brasil e em particular em Santa Catarina?

Segundo as recomendações ergonômicas os dados a serem levantados

- Campo visual do operador e localização dos sinais.
- Tempo disponível para uma acomodação visual.
- Riscos de ofuscamento (fontes de informação de alto contraste)
- Acuidade visual exigida pela tomada de informação.
- Sensibilidade às diferenças de luminância.
- Rapidez de percepção de sinais visuais.
- Sensibilidade às diferenças de cores.
- Duração da solicitação do sistema visual.

### 2.1.2. Os Idosos

As informações obtidas através de pesquisas domiciliares (Censo fíco e Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios ), revelam que a proporção de idosos brasileiros vem se elevando, ao longo dos Censos. O País vem apresentando tendências ao envelhecimento populacional. A população brasileira na terceira idade, 60 anos ou mais, tende a ser predominantemente feminina.

Com sorte, todas as pessoas envelhecem. Pode haver muito prazer e satisfações na vida adulta, mas junto com o envelhecimento advém conseqüências negativas físicas, cognitivas e sociais. A compreensão dos fatores humanos de envelhecimento pode nos orientar no sentido de projetar computadores que os idosos possam usar com mais facilidade.

Os benefícios aos idosos incluem as necessidades práticas da escrita, da contabilidade, e o conjunto completo das ferramentas de computador, mais as satisfações da educação, entretenimento, interação social, (Furlong and Kearsley, 1990). Outros benefícios incluem o acesso da sociedade aos mais velhos na procura de sua experiência, a participação dos idosos na sociedade através das redes de

comunicação, e o aumento de suas chances em conseguir empregos produtivos.

O relatório do *National Research Council's (USA) on Human Factors Research Needs for an Aging Population (Pesquisa Sobre As Necessidades Humanas Para Uma População Envelhecendo)* descreve o envelhecimento como um conjunto descontínuo de mudanças progressivas no funcionamento fisiológico e psicológico, a média visão e a acuidade auditiva declinam consideravelmente com a idade, assim como a força média e a velocidade de resposta. As pessoas vivenciam a perda de, no mínimo, alguns tipos de memória, o declínio na flexibilidade da percepção, a diminuição dos estímulos de codificação e um aumento de dificuldade na aquisição de habilidades mentais complexas. Com o aumento da idade e a conseqüente diminuição das funções visuais como a acuidade visual estática, a adaptação à escuridão, a acomodação visual, a percepção de contraste e, na média, o declínio da visão periférica

Fontes maiores, maior contraste, dispositivos de sinalização mais fáceis, tons de áudio mais altos e linguagens de comando mais simples são apenas alguns dos caminhos que os projetos de interface com o usuário podem tomar, para melhorar seu acesso pelos idosos. Muitos desses ajustes podem ser feitos através de painéis de controle, que permitem ao usuário idoso personalizar o sistema às suas necessidades pessoais, em permanente

### Santa Catarina

Tabela 1- Pessoas por grupos de idade

<b>Idade</b>	<b>TOTAL</b>	<b>Urbana</b>	<b>Rural</b>
55 a 59 anos	146 987	102 959	44 028
60 a 64 anos	120 247	84 358	35 889

65 a 69 anos	95 626	67 001	28 625
70 a 74 anos	66 596	47 017	19 579
75 a 79 anos	41 076	29 019	12 057
80 anos ou mais	36 352	25 982	10 370
Idade ignorada	7 587	5 307	2 280
Total	514 471	361 643	152 828

Fonte - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE

## Brasil

Tabela 2- Pessoas por grupos de idade

<b>Idade</b>	<b>TOTAL</b>	<b>Urbana</b>	<b>Rural</b>
55 a 59 anos	4 843 139	3 785 180	1 057 959
60 a 64 anos	3 992 834	3 153 622	839 212
65 a 69 anos	3 230 739	2 563 074	667 665
70 a 74 anos	2 266 913	1 801 581	465 332
75 a 79 anos	1 454 824	1 147 551	307 273
80 anos ou mais	1 453 744	1 151 249	302 495
idade ignorada	411 134	292 941	118 193

Fonte - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE

### 2.1.3. Os Deficientes Físicos

Foram consideradas na investigação sobre deficiência física os seguintes tipos:

- Paralisia de um dos lados, para a pessoa hemiplégica.
- Paralisia das pernas, para a pessoa paraplégica, ou seja, pessoa com os membros inferiores paralisados.
- Paralisia total, para a pessoa tetraplégica, ou seja, com os membros superiores (braços) e inferiores (pernas) paralisados.
- Falta de membro(s) ou parte dele(s), para as pessoas que não tenham um dos membros superiores ou inferiores, ou ambos, desde o nascimento ou por posterior amputação, devido à doença ou acidente.

### Santa Catarina

Tabela 3. População residente, por tipo de deficiência em SC

Domicílio	Tipo de deficiência			
	Hemiplegia	Paraplégia	tetraplegia	Falta de membro(s)
Urbana	4 128	3 942	1 198	3 843
Rural	1 628	1 846	588	1 609
Total	5 756	5 788	1 786	5 452

Fonte - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE

### Brasil

Tabela 4. População residente, por tipo de deficiência no Brasil

Domicílio	Tipo de deficiência			
	Hemiplegia	Paraplégia	tetraplegia	Falta de membro(s)
Urbana	169 095	156 210	34 945	111 408
Rural	39 470	45 407	12 044	33 773
Total	208 565	201 617	46 989	145 181

dificuldades ao se utilizarem de teclados padrão, porém, uma parcela substancial da população está bem servida com apenas um tipo de teclado.

Apenas as medidas físicas das dimensões humanas não são suficientes. As medidas das ações dinâmicas, como as de alcance enquanto sentado, velocidades de acionamento por meio de dedos, ou o poder de levantamento são também necessárias (Sorkin, 1983).

#### 2.1.4. Os Deficientes Auditivos

Para a pessoa que é totalmente surda desde o nascimento ( surdo-mudez) ou que tenha perdido a audição posteriormente por doença ou acidente foram consideradas surdas.

Usuários com deficiência auditiva podem se utilizar de computadores sem mudanças (a conversão de tons em sinais visuais é geralmente fácil de ser feita) e podem se beneficiar de ambientes que dependam de correio eletrônico e transmissões de faxsimile.

Dispositivos de telecomunicações para mudos, permitem o acesso telefônico a informações como horários de transportes (aviões, trens e ônibus) e serviços governamentais.

Aparelhos especiais para a entrada ou controle de dados para usuários com limitações físicas, dependem da limitação específica do usuário; já existem numerosos dispositivos para o auxílio a esses deficientes, como reconhecimento da fala, o controle através do movimento dos olhos, mouses óticos controlados por movimentos de cabeça e muitos outros dispositivos inovativos (até mesmo o telefone) foram desenvolvidos especificamente para atender às necessidades dos usuários com deficiências. (Ben Shneiderman, 1993).

Segundo as recomendações ergonômicas os dados a serem levantados

- Acuidade auditiva exigida para a recepção dos sinais sonoros.
- Risco de problemas de audição (notadamente em razão de uma intensidade sonora muito elevada), solicitando de forma intensa o sistema auditivo.
- Sensibilidade às comunicações verbais em meio barulhento.



IBGE

#### 2.1.5. Os Analfabetos

A quantidade de eleitores analfabetos e semi-letrados em Florianópolis revela a necessidade de um treinamento mais intensivo com as urnas eletrônicas. Dos 205.038 eleitores primeiro grau incompleto ou são analfabetos um percentual de 30% do colégio eleitoral da Capital. Os eleitores que não sabem ler e que, a rigor, não são obrigados a votar, representam 1,2% do total. Os "analfabetos funcionais" que sabem escrever seu nome e decifram alguns códigos, representam 8% do total dos eleitores de Florianópolis. (Jornal AN-Capital, 19/09/96)

Segundo a professora Maria Madalena Bento, coordenadora de um dos núcleos de alfabetização de adultos da Secretaria Municipal da Educação, a falta de manejo com máquinas como a urna eletrônica é a preocupação mais evidente dos seus alunos. A resistência natural a dispositivos precisa ser vencida para que o eleitor nessas condições consiga votar.

Na avaliação de Eliana Márcia Sampaio, Coordenadora do Setor de Educação de Jovens e Adultos da Secretaria, o analfabeto adulto pode ter sérias dificuldades no manejo da urna eletrônica. Segundo previsão da coordenadora, muitos deixarão de votar por não conseguirem operar sozinhos o dispositivo, porém os analfabetos entre 16 e 20 anos têm algum acesso ao código escrito e mais traquejo com máquinas.

Santa Catarina - Pesquisa Nacional por amostra de domicílios 1996

Tabela 5. Pessoas analfabetas, segundo grupo de idade

Grupos de Idade	Urbana	Rural	Total
15 a 19 anos	3 529	2 352	5 881
20 a 24 anos	7 646	2 355	10 001
25 a 29 anos	8 821	6 472	15 293
30 a 39 anos	18 230	12 938	31 168
40 a 49 anos	19 408	14 114	33 522
50 a 59 anos	31 762	18 238	50 000
60 anos ou mais	58 823	44 704	103 527

Fonte - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE

Brasil

Tabela 6. Pessoas analfabetas, segundo grupo de idade

Grupos de Idade	Urbana	Rural	Total
15 a 19 anos	469 788	515 371	985 159
20 a 24 anos	473 550	475 864	949 414
25 a 29 anos	507 819	458 113	965 932
30 a 39 anos	1 300 486	1 027 042	2 327 528
40 a 49 anos	1 549 623	1 128 152	2 677 775
50 a 59 anos	1 660 750	1 038 552	2 699 302

## 2.2. Aspectos da Personalidade que podem Interferir na Interação com Interfaces.

Algumas pessoas não gostam de computadores ou ele as deixa ansiosas; outras são atraídas para ou sentem-se impacientes para poder usá-los. Frequentemente, membros desses grupos divergentes desaprovam ou suspeitam dos membros da outra comunidade. Até mesmo pessoas que tem prazer no uso de computadores podem ter distintas preferências por estilos de interação, velocidade de interação, apresentação gráfica versus tabular, apresentação de dados densas versus esparsas, trabalhos passo a passo versus tudo de uma vez só. Estas diferenças são importantes. Uma compreensão clara de estilos <sup>1</sup>cognitivos e de personalidade pode ser útil no projeto de sistemas para uma comunidade típica de usuários.

Uma diferença fundamental é a entre homens e mulheres, porém não existe nenhuma documentação sobre os seus padrões de preferências.

Lamentavelmente, não há uma taxinomia simples de tipos de personalidade de usuários. Uma técnica que vem aumentando de o uso do *Myers/Briggs Type Indicator* (<sup>2</sup>*MBTI*) (*Shneiderman, 1980*), que é baseada nas teorias de Carl Jung dos tipos de personalidade. Jung conjecturou que haveriam 4 dicotomias:

---

<sup>1</sup>*cognição S.f. 1. Aquisição de conhecimento. 2. P. ext. Conhecimento, percepção. - Dicionário Aurélio Básico da Língua Portuguesa, 1995, p.158)*

<sup>2</sup>*A teoria por trás da MBTI provê um quadro de relações entre profissões e o tipo de personalidade entre pessoas, e diferentes tipos de personalidades. Foi aplicada para testar comunidades de usuários e prover orientações a serem consideradas pelos conceptores.*

- EXTROVERSÃO VERSUS INTROVERSÃO:

Extrovertidos têm sua atenção voltada para estímulos externos e gostam de variedade e de ação, enquanto os introvertidos preferem padrões familiares, confiam em suas idéias mais profundas, e trabalham sozinhos contentemente.

- SENTIDOS VERSUS INTUIÇÃO:

Os tipos sensíveis são atraídos para as rotinas estabelecidas, são bons em trabalhos precisos e gostam de aplicar habilidades conhecidas, entretanto os tipos intuitivos gostam de resolver novos problemas e de descobrir novas relações, mas não gostam de perder tempo com a precisão.

- PERCEPTIVO VERSUS JULGADOR:

Os tipos preceptivos gostam de aprender sobre novas situações, mas podem ter problemas tomando decisões, enquanto os julgadores gostam de fazer planos cuidadosamente e procurarão seguir o plano à risca, mesmo que novos fatos mudem seu objetivo.

- SENTIR VERSUS PENSAR:

Os tipos sentimentais estão conscientes dos sentimentos dos outros, buscam agradar e relacionam-se bem com a maioria das pessoas, enquanto os pensativos são desprovidos de emoção, podem tratar as pessoas impessoalmente e gostam de pôr as coisas em ordem lógica.

Estes quatro tipos funcionais correspondem às quatro formas evidentes, através das quais a consciência se orienta em relação à

*sentimento*

significa, a capacidade de pesar e avaliar , revela se ela é agradável ou não; e a *intuição* indica de onde vem e para onde vai.( Jung, 1964).

Deve-se compreender que estes quatro critérios, que definem tipos de conduta humana, são apenas quatro pontos de vista entre muitos outros, como a força de vontade, o temperamento, a imaginação, a memória, e assim por diante. Nada há de dogmático a respeito deles, mas fundamental recomenda-os para uma classificação.

Centenas de padrões psicológicos foram desenvolvidos, incluindo aceitar riscos versus evitar riscos; a localização de controles internos versus controles externos; o comportamento reflexivo versus o comportamento impulsivo; o pensamento convergente versus o divergente; a alta ansiedade versus a baixa; a tolerância ao estresse, a tolerância à ambigüidade, à motivação ou à compulsividade; a dependência de campo alidade reivindicativa versus a passiva; e orientação cerebral esquerda versus direita. Ao explorar as aplicações de computadores para residências, educação, artes, música e entretenimento, os projetistas beneficiar-se-ão grandemente ao prestar mais atenção aos diferentes tipos de personalidade. (Ben Shneiderman, 1993).

Laville (1977) ressalta que se a Ergonomia é, de início, uma tecnologia, isto é, um corpo de conhecimentos sobre o homem aplicáveis aos problemas levantados pelo conjunto homem-trabalho, ela tem, contudo, métodos específicos de estudo e pesquisa sobre a realidade do homem no trabalho que definem um tipo de pensamento que lhe é próprio, colocando questões às diversas ciências sobre as quais se apoia, principalmente a psicologia, suscitando pesquisas no terreno do homem em atividade.

Buscou-se, elencar os diferentes tipos de personalidade para testar comunidades de usuários e prover orientações para os projetistas. A classificação destes quatro tipos funcionais pareceu um recurso pertinente uma vez que contempla não só o usuário considerado normal como também

Na atmosfera atual, altamente competitiva, a adequação mais eficiente à nacionalidade e à cultura específica de uma importante comunidade de usuários, será de grande vantagem sob os aspectos comerciais e de usabilidade. Para desenvolver projetos eficientes, os estudos de criação e desenvolvimento de interfaces devem ser feitos com usuários de cada país, cultura e comunid

## CAPITULO 3

### ERGONOMIA

De início focalizamos, o usuário , todavia, como há interação entre o usuário e a máquina, com comunicação nos dois sentidos, abordaremos o assunto com maiores detalhes.

A ergonomia é a disciplina que estuda a adaptação de produtos e sistemas às habilidades dos usuários, através das relações do homem com o trabalho.

A partir da primeira metade do século XX, observa-se um acentuado avanço dos conhecimentos em psicologia e fisiologia, o que tem colocado sobremaneira com os estudos relacionados aos problemas do trabalho, provocando o aparecimento da disciplina de Ergonomia. Outros fatores ligados à evolução dos problemas do trabalho desempenharam um papel importante, tais como: as exigências técnicas, as exigências econômicas, as exigências organizacionais e a pressão social dos trabalhadores. Esses fatores de pressão foram os maiores impulsionadores do desenvolvimento de pesquisas sobre o desempenho do homem em atividade profissional.

Ergonomia significa, etimologicamente, o estudo das leis do trabalho. Segundo Antoine Laville (1977), o termo ergonomia foi criado e utilizado pela primeira vez pelo inglês Murrel, sendo adotado oficialmente em 1949, quando da criação da primeira sociedade de ergonomia, a *Ergonomic Research Society*, que congregava psicólogos, fisiologistas e engenheiros ingleses, interessados na busca de um conhecimento dos problemas da

adaptação do trabalho ao homem e de como aproveitá-lo, trabalhando com ele para o aperfeiçoamento do ser humano.

inte anos ligado ao desenvolvimento da ergonomia brasileira, segundo Wisner (1972), a ergonomia é o conjunto dos conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários para a concepção de ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficiência.

Os ergonomistas traçam diretrizes para elaborar produtos, baseados em conhecimentos do usuário sobre sua interação com a máquina.

A característica deste fim de século é o surgimento de profissionais trabalhando na combinação de ferramentas e máquinas para indivíduos, suas tarefas e suas aspirações sociais. A engenharia industrial, ergonomia e os sistemas homem-máquina são denominações de especialidades profissionais que atuam nessa área. Mais recentemente, a especialidade denominada interação homem-computador emergiu como outra especialidade, refletindo as transformações em versões de computadores digitais interativos e a disseminação e popularização de computadores pessoais. (Dix e outros, 1993)

A ergonomia esta relacionada a atividades determinadas que se caracterizam por constantes mudanças e inovações, como no caso das novas tecnologias de informação e comunicação-NTIC.

### **3.1 - Interação Homem-Computador**

Powell (1990) apresenta que "*Interativo*" é o que opera sob a forma de intercâmbio de informações, geralmente no modo conversacional, como quando o usuário digita uma pergunta ou um comando e o sistema responde em seguida. Os microcomputadores são equipamentos interativos.



um sistema operacional, também chamado de *system software*, que é um conjunto de

<sup>5</sup>*input* e a <sup>6</sup>*output*. Cada componente tem a sua própria linguagem. Em linguagem de tarefa do usuário e à linguagem central do sistema, *input* e *output* possuem linguagens próprias, ainda que possivelmente superpostas. *Input* e *output*, juntos, formam a interface.

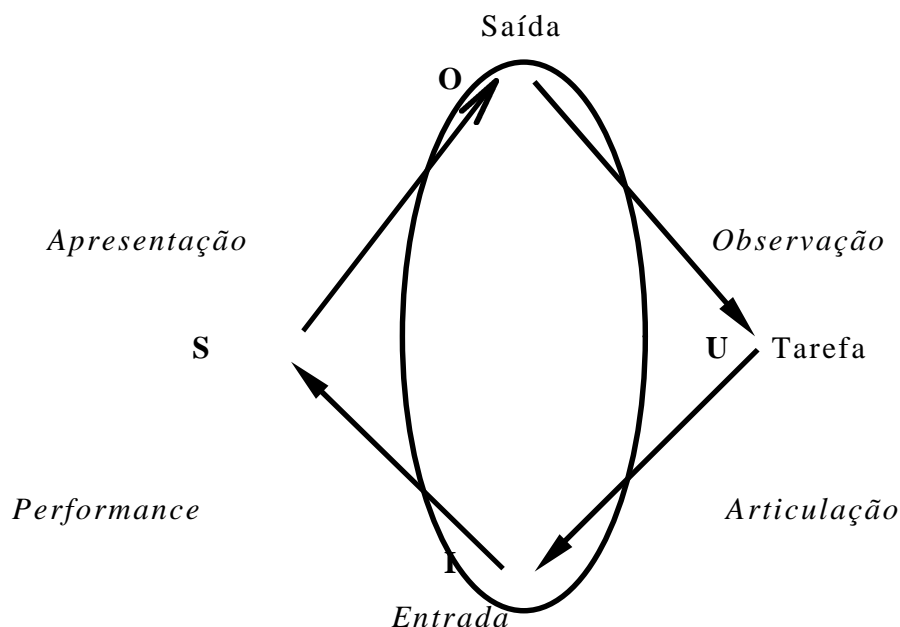


Figura 1. Traduções entre componentes (Dix. et al, 1993, p.95)

---

programas essenciais responsáveis pelo gerenciamento do hardware e dos arquivos de dados, e pelo apoio aos programas aplicativos.

<sup>4</sup>**User:** Usuário

<sup>5</sup>**Input:** entrada; entrar. As informações submetidas ao computador para processamento, digitadas no teclado, lidas de um arquivo em disco etc..

<sup>6</sup>**Output:** saída. Os resultados do processamento, enviados para a tela ou para a impressora, armazenados em arquivo de disco, ou enviados a outro computador (Dicionário de Informática, Inglês/Português, Ed. Campos, 1993).

passagem, é da ordem da interface.

Esta perspectiva enfatiza a necessidade de estudos específicos na identificação dos aspectos que ocorrem nas interações homem-computador,

a fim de projetar soluções que atendam os diversos tipos de usuários e tarefas.

Cybis (1997), argumenta que a expectativa de todo usuário de informática é de encontrar, nos produtos que adquire, um bom funcionamento aliado a uma boa usabilidade. O bom funcionamento erto dos sistemas. Usabilidade, por seu lado, pode ser melhor compreendida em termos de qualidades básicas como utilidade, intuitividade, facilidade de uso e eficiência de uso.

Shneiderman (1992), propõe que a usabilidade pode ser a combinação das características orientadas aos usuário.

- facilidade de uso;
- alta velocidade na realização da tarefa dos usuários;
- baixa margem de erro dos usuários;
- satisfação subjetiva do usuário;
- motivação do usuário.

Hix e Hartson (1993), apresentam as características abaixo como determinantes nos problemas de usabilidade nas interfaces:

- se foi projetado por pessoal da área de engenharia de software, não por especialistas em interações homem-computador;
- se foi desenvolvido para vir de encontro a especificações de usabilidade mensuráveis escritas;
- se não foi desenvolvido por meio de um processo de refinamento interativo;
- se não foi avaliado, por meio da realização de testes com usuários.

As metas das pesquisas mais recentes sugerem, que a usabilidade envolve os principais componentes uma situação de trabalho: usuário, tarefa, sistema e ambiente. O sucesso de um bom projeto está em que este

leve em consideração os requisitos da tarefa, o grau de satisfação e eficiência que um determinado usuário atinge em ambientes diferentes.

Segundo Foley et al., (1984), a interação com um computador, como todo o comportamento humano, envolve três tipos básicos de processos humanos: a percepção, a cognição e a atividade motora.

### **Empregadas para a Avaliação de IHC**

Segundo Lewis e Rieman, 1994, os estudos atuais a respeito da interação homem-computador estão passando por momentos de uma polaridade extrema. Nos últimos dez anos o desenvolvimento de pesquisas em todos os aspectos de IHC têm sido realizadas com o objetivo de aumentar nosso conhecimento sobre como interagir com esta tecnologia e como colocar este conhecimento a disposição para o uso prático a todos os tipos de pessoas.

A expectativa de todo o usuário de informática é de encontrar, nos produtos que adquire, um bom funcionamento aliado a uma boa usabilidade. O bom funcionamento pressupõe rapidez, precisão e acerto dos sistemas. Usabilidade pode ser definida em termos do grau de satisfação e eficiência que o usuário de um determinado sistema computacional pode atingir, em função dos objetivos específicos do trabalho, num dado ambiente. Qualidade de Uso, é uma das características da usabilidade, e refere-se à utilidade dos sistemas, na perspectiva do usuário, em função da tarefa para a qual ele foi desenvolvido. (Cybis, 1997)

Das diversas técnicas empregadas na concepção e avaliação de interfaces, identificamos preponderante e basicamente duas, a saber: a analítica; dividida em avaliação por heurísticas, exploração cognitiva e

análise da ação (todas realizadas sem a presença do usuário); e a empírica, que consiste na realização de ensaios de interação, com a

### **3.2.1. Avaliação Heurística**

As regras de avaliação heurística conduzem à descoberta, à invenção, à resolução de problemas e ajudam a traçar diretrizes para a concepção de sistemas.( Lewis e Rieman, 1994).

A avaliação heurística pode ser usada durante todo o ciclo de desenvolvimento do produto.

Recentemente Jakob Nielsen e Rolf Molich desenvolveram um procedimento compreendido por nove heurísticas, baseado na observação de que um único avaliador não vai encontrar todos os problemas de uma interface e que diferentes avaliadores geralmente vão encontrar problemas diferentes.

#### **1. Dialogo simples e natural**

Simples, não colocando informação irrelevante ou raramente usada.

Natural, seguindo uma ordem que respeite a tarefa.

#### **2. Falar a língua do usuário**

Usar palavras e conceitos do mundo do usuário. Não usar termos de engenharia específicos ao sistema.

#### **3. Minimizar a carga de memória do usuário.**

Não fazer o usuário ter de se lembrar de coisas de uma ação para outra. Deixar a informação na tela até não ser mais necessária.

4. Ser consistente.

Os usuários devem poder aprender uma seqüência de ações em uma parte do sistema e aplica-la novamente para obter resultados similares em outros lugares.

5. Fornecer feedback.

Informar aos usuários que efeito suas ações têm no sistema.

6. Fornecer pontos de saída claros.

Se os usuários chegam a uma parte do sistema que não os interessa, devem poder sair sem estragar nada.

7. Fornecer atalhos.

Atalhos podem ajudar usuários experientes a evitar diálogos extensos, e a receber mensagens desnecessárias.

8. Prover mensagens de erro facilmente compreensíveis.

Informar ao usuário qual é o problema e como corrigi-lo

9. Evitar erros.

Ao escrever uma mensagem de erro perguntar: esse erro pode ser evitado?

Segundo Lewis e Rieman, avaliadores especialistas e experientes em interfaces, podem chegar a todos os maiores problemas heurísticamente identificáveis. O número de avaliadores dependerá do conhecimento que possuam.

- Procedimento de Avaliação Heurística segue os seguintes passos:

1. Avaliadores usando as nove heurísticas de Nielsen e Molich identificam problemas com a interface através de um protótipo ou de desenhos do projeto.
2. A análise de cada avaliador deve ser feita separadamente.
3. Os problemas encontrados por cada avaliador devem gerar uma única lista.
4. Os resultados individuais podem ser reunidos por um único especialista em usabilidade, porém os resultados serão mais satisfatórios se forem realizados como uma atividade de grupo.

### **3.2.2. Critérios Ergonômicos**

O conjunto de critérios ergonômicos recomendados por Bastien e Scapin (1993) para a avaliação de IHM foram definidos através de pesquisas no *INRIA - Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique - France*.

Os critérios ergonômicos são um ferramental especialmente eficiente na análise de interfaces, por definirem o que é um dispositivo interativo, pois além de permitir que sejam detectadas as falhas no sistema, permitem orientar os designers de sistemas, por meio de recomendações, na construção de interfaces ergonômicas que melhor se ajustem às necessidades dos usuários.

De todos os critérios, somente alguns foram utilizados na avaliação ergonômica preliminar da "Urna Eletrônica" (vide Anexo I), pois nem todos se aplicam na avaliação dessa interface específica.



**Condução :** Refere-se às mensagens, alarmes e rótulos disponíveis para, aconselhar, orientar, informar e conduzir o usuário na interação com o computador.

**Presteza:** Engloba os meios utilizados para levar o usuário a realizar determinadas ações, assim como as  
usuário identificar o contexto no qual ele se encontra, bem como ferramentas de ajuda e seu modo de acesso.

**Agrupamento/distinção de itens:** Diz respeito a organização visual dos itens de informação relacionados entre si de alguma maneira.

**Legibilidade:** Diz respeito às características lexicais das informações apresentadas na tela.

**Carga de trabalho:** Diz respeito a todos os elementos da interface que tem papel importante na redução da carga mnemônica e perceptiva do usuário, e no aumento da eficiência do dialogo.

**Brevidade :**O critério refere-se à carga de trabalho perceptiva e cognitiva para entradas e saídas.

Diz respeito a carga perceptiva e cognitiva de saídas e entradas individuais.

**Ações mínimas:** Diz respeito a carga de trabalho em relação ao número de ações necessárias a realização de uma tarefa.

Densidade informacional: Refere-se à carga de trabalho do usuário de um ponto de vista perceptivo e cognitivo, com relação ao conjunto total de itens de informação apresentados ao usuário.

Controle explícito: Refere-se tanto ao processamento explícito pelo sistema das ações do usuário, quanto ao controle que os usuários tem sobre o processamento de suas ações pelo sistema.

Ações explícitas do usuário: Refere-se relações entre o processamento pelo computador e as ações do usuário.

Controle do usuário: Diz respeito ao controle que o usuário tem sobre o processamento das ações pelo sistema.

Adaptabilidade: Refere-se a capacidade de reagir conforme o contexto e as necessidades e preferencias do usuário.

Flexibilidade: Refere-se a capacidade da interface de se adaptar ao usuário, a fim de levar em conta as exigências da tarefa.

Consideração da experiência do usuário: Refere-se aos meios implementados no sistema, que permitam que o sistema respeite o nível de experiência do usuário.

Proteção contra erros: Refere-se a mecanismo de detecção de erros em entradas de dados, comandos ou ações do usuário.

Qualidade das mensagens de erros: Refere-se a pertinência, legibilidade, exatidão da informação dada ao usuário sobre a natureza do erro cometido.

**Correção de erros:** Diz respeito aos meios colocados a disposição do usuário com o objetivo de permitir a correção dos erros.

**Homogeneidade/coerência:** Refere-se a forma pela qual as escolhas na concepção da interface são conservadas em contextos idênticos, e diferentes para contextos diferentes.

**Significado dos códigos e denominações:** Refere-se a adequação entre o objeto ou a informação apresentada ou pedida, e sua referência.

**Compatibilidade:** Diz respeito ao acordo entre características do usuário, das tarefas, das saídas, entradas, e do diálogo de uma -se a similaridade entre diferentes ambientes e aplicações

### **3.2.3. Inspeção Cognitiva.**

A inspeção cognitiva foi desenvolvida por Clayton Lewis, Peter Polson, Cathleen Wharton e John Rieman (1994). A inspeção cognitiva é uma maneira formalizada de imaginar quais serão os pensamentos e as ações das pessoas quando usam a interface pela primeira vez.

Com um protótipo ou uma descrição detalhada da interface, e o conhecimento de quem serão os usuários, é selecionada uma das tarefas que o projeto deve realizar.

Tenta-se contar uma história verossímil sobre a motivação do usuário e a interação com a máquina em cada ação necessária para a execução da tarefa. Para tornar a estória verossímil é necessário motivar-se cada uma das ações do usuário, baseado no conhecimento geral que ele possui e nos convites e mensagens de feedback informadas

pela interface. Se não for possível contar uma história verosímil sobre a ação, então foi encontrado um problema com a interface.

Quando problemas com a primeira ação são identificados, fingimos que tudo foi consertado e a avaliação continua, passando para

É uma técnica orientada à tarefa, que se encaixa especialmente bem no contexto de concepção centrada na tarefa. Através da exploração cognitiva avalia-se uma interface em relação a uma tarefa específica que o usuário faça com a mesma.

cognitiva pode revelar vários tipos de problemas. Pode questionar pressupostos sobre o que os usuários estarão pensando; pode identificar controles que estão óbvios (apenas) para o projetista, mas que podem estar completamente escondidos, do ponto de vista do usuário; sugere dificuldades com rótulos e mensagens; inadequação do feedback, que faz usuários hesitarem e checarem seus passos, mesmo que tenham feito tudo certo.

Esse tipo de técnica pode também revelar deficiências da especificação atual, não na interface mas na maneira com que ela é descrita. A inspeção garantirá que as especificações sejam mais completas e, ocasionalmente, vai levar o projetista de volta aos usuários para discutir a tarefa.

As inspeções cognitivas que darão os melhores result sempre feitas por projetistas que tenham trabalhado intimamente com usuários reais, de maneira que possam criar uma imagem mental daqueles usuários em seus ambientes reais.

Os usuários apreendem programas complexos, iniciando com pouco ou nenhum treinamento, aprendendo novas coisas na medida em que as necessidades aparecem. Se cada grupo de elementos de interface orientados à tarefa passar pela inspeção cognitiva, então o usuário devera ser capaz de progredir suavemente de um comportamento de novato para o de experiente e produtivo.

Anteriormente à realização da inspeção cognitiva propriamente dita, são necessárias quatro tipos de informações prévias:

1. Uma descrição detalhada ou um protótipo da interface. O conhecimento exato de quais as palavras que são mostradas em um menu, pode fazer toda a diferença.
2. Uma descrição da tarefa.
3. Uma lista escrita completa e correta de todas as ações individuais necessárias para realizar a tarefa com a interface.
4. Ter uma idéia do perfil de quem será o usuário e que tipo de experiência ele irá trazer para a tarefa. Esse é um entendimento que deve ser desenvolvido pela análise do usuário e da tarefa.

Se a inspeção mostrar que o usuário terá problemas para identificar ou executar uma das ações, o interesse básico não é o do que ele irá fazer quando o problema acontecer, mas sim o fato de que existirá um problema e que ele precisará ser corrigido.

A inspeção cognitiva não testa o sistema com usuários reais. É uma ferramenta de avaliação para auxiliar a aplicação dos conhecimentos de desenho de interfaces para a avaliação.

2. Os usuários vêem o controle (botão, menu, comutador etc.) para realizar a ação?

3. Uma vez encontrado o controle, reconhecerão que produz o efeito desejado?

4. Depois que a ação acontece, entendem o feedback que recebem, para que possam prosseguir com a próxima ação, confiantes?

A primeira questão lida com o que o usuário está pensando. Geralmente os usuários não pensam o que os projetistas esperam que eles pensem.

A segunda questão trata da habilidade dos usuários em localizar o controle, não apenas de identificá-lo como o controle certo, mas simplesmente de perceber que ele existe. E isso é um problema

freqüentemente encontrado. Muitos usuários nunca descobrem o que devem fazer, sem treinamento específico ou ajuda.

A terceira pergunta envolve a identificação do controle. Mesmo que os usuários desejem realizar a coisa certa e o controle seja plenamente visível, será que perceberão que esse é o controle que estão procurando?

As primeiras três questões interagem. Os usuários podem não querer fazer a coisa certa inicialmente, mas um controle óbvio e bem -los a saber o que precisa ser feito.

A última questão versa sobre o feedback, após a ação ter sido realizada. Geralmente, até mesmo as mais simples ações precisam fornecer algum tipo de feedback para mostrar que o sistema percebeu a ação. A um nível mais profundo o que o usuário realmente precisa é de uma evidência de que, seja lá o que estiver tentando fazer (aquele objetivo identificado na questão um), foi feito, ou que algum progresso foi conseguido.

#### **3.2.4.Avaliação pela Ação**

A avaliação pela ação quantitativa foi desenvolvida inicialmente por Stuart Card, Thomas Moran e Alan Newel, baseada nas teorias de psicologia cognitiva que Newel formulou com Herbert Simon. A abordagem de Vard, Moran e Newel é chamada de modelagem GOMS (*Goals, Operators, Methods and Selection*).

A avaliação pela ação é um procedimento de avaliação que obriga que se tenha atenção especial às seqüências de ações que um usuário tem de realizar para completar uma tarefa com a interface.

No trabalho de IHC, a avaliação "formal" da ação chamada de *"keystroke-level analysis"* (*análise de ao nível de toque de tecla*) e é caracterizada pelo extremo detalhamento da avaliação. O detalhamento é tão grande que, em muitos casos, a avaliação pode prever o tempo necessário para completar tarefas, com um margens de erro próximas de vinte por cento, até mesmo antes de ser feito um protótipo da interface. Também pode antecipar quanto tempo um usuário gastará para aprender a usar a interface.

A avaliação "informal" da ação não fornece previs sobre os tempos gastos nas tarefas nem na aprendizagem, mas pode revelar uma grande escala de problemas que, de outra forma, poderiam ficar perdidos no cipoal de detalhes com os quais os projetistas têm de lidar.

As avaliações formal e informal têm duas fases fundamentais. A primeira é a tomada de decisão de quais passos mentais e físicos um usuário dará para completar uma ou mais tarefas com a interface. A segunda fase é analisar esses passos, procurando por problemas.

A avaliação pode revelar problemas como o grande número de passos que são dados para a realização de uma simples tarefa ou que a tarefa é muito demorada, ou que há coisas demais a serem aprendidas sobre a interface.

A avaliação também poderá revelar "furos" na descrição da interface, e operações que o próprio sistema deveria ser capaz de fazer, mas não realiza. Esse tipo de avaliação poderá ser de utilidade na redação e revisão da documentação, a qual deveria descrever os fatos e



mesmo assim será possível extrapolar um valor razoável para ser utilizado em aparelhos semelhantes, senão um teste com usuários deverá ser realizado para a obtenção de valores para o novo controle.

O procedimento para desenvolver a listagem de cada passo é bastante parecido com a programação de computadores. A tarefa básica -tarefas, como sub-rotinas em um programa de computador. Então cada uma das sub-tarefas é quebrada em sub-tarefas menores, e assim por diante, até que a descrição chega ao nível de

---

<sup>7</sup>**keystroke-level analysis:** análise ao nível de toque de tecla

tarefas que levam apenas uma fração de segundo, listadas na tabela. O resultado final é uma descrição hierárquica da tarefa e da seqüência de -la.

Após a listagem das tarefas e das sub-tarefas, são feitas as previsões do tempo que será gasto em cada passo ou sub-tarefa. Apesar de ser extremamente trabalhoso, o seu uso é justificado na avaliação de segmentos da interface utilizados várias vezes pelo usuário como parte de uma mesma tarefa.

Através da avaliação formal da ação podemos apurar o tempo necessário para o usuário experiente executar uma determinada tarefa, demonstrando todas as ações necessárias ao cumprimento da mesma. Esse detalhamento pode nos levar a identificar os passos desnecessários na execução da tarefa.

Os tempos médios para ações na interface de um computador são encontrados nos estudos de Judith Reitman Olson e Gary M. Olson, Human-Computer Interaction, (1990).

- Movimentos Físicos

Pressionar uma tecla em um teclado padrão      0,28 segundos

Varia de 0,07 para um digitador muito bom fazendo transcrição, para 0,2 para um digitador com média de 60 palavras por minuto, até mais de 1 segundo para um digitador ruim. Seqüências aleatórias, fórmulas, e comandos levam mais tempo do que texto simples.

Usar o mouse para apontar para um objeto na tela      1,5 segundos

Pode levar menos tempo mas, pelo menos 1 segundo para uma tela pequena e um menu. Aumenta com telas maiores e objetos menores.

Mover a mão para dispositivo ou tecla de função      0,3 segundos

Varia de 0,21 segundos para teclas de setas ate 0,36 para o mouse.

- Percepção Visual

Responder a uma luz breve      0,1 segundos

Varia com a intensidade da luz, de 0,05 segundos para uma luz forte até 0,2 segundos para uma luz fraca.

Reconhecer uma palavra de 6 letras      0,34 segundos

Mover os olhos para um outro lugar da tela      0,23 segundos

- Ações Mentais

Recuperar um item na memória de longo prazo      1,2 segundos

Um item típico pode ser a abreviação de um comando (“dir”). O tempo vai para aproximadamente a metade se o item precisa ser recuperado logo em seguida.

Aprender um “passo” em um procedimento      25 segundos

Pode ser menos em algumas circunstâncias, mas a maioria das pesquisas mostra que 10 a 15 segundos é o mínimo. Nenhum destes números inclui o tempo que se leva para começar, em uma situação de treinamento.

Executar um “passo” mental      0,075 segundos

Varia de 0,05 a 0,1 segundos, dependendo do tipo de passo mental que está sendo executado.

Escolher entre métodos 1,2 segundos

Varia de 0,06 até 1,8 segundos, dependendo da complexidade dos fatores que influenciam na decisão.

3.2.4.1.1. - Avaliação Formal pela Ação para Urna Eletrônica.

- Tarefa de votar para prefeito

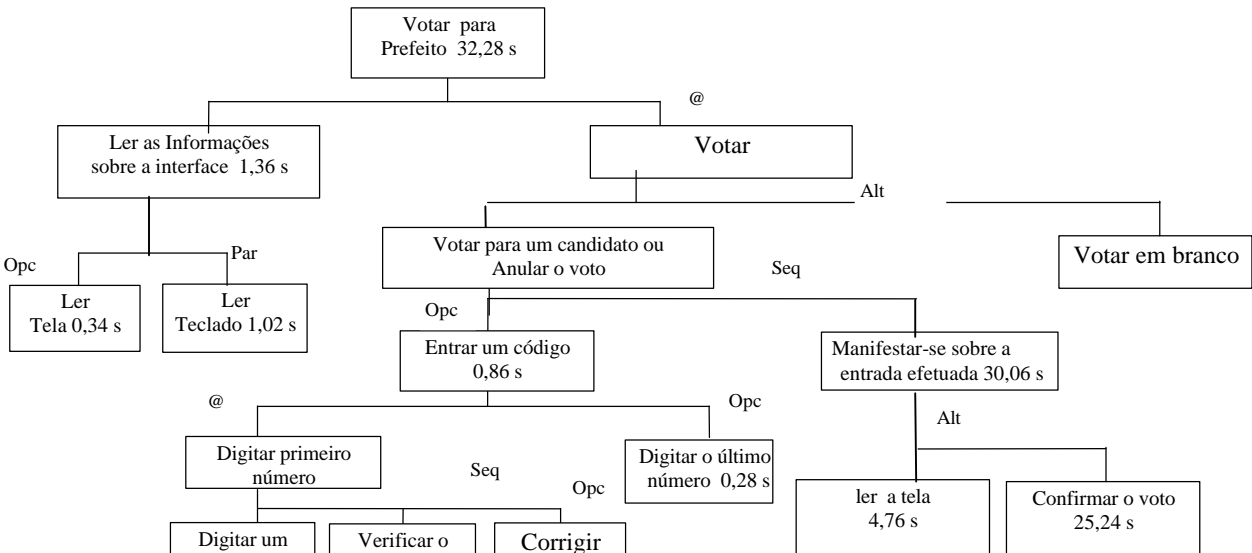
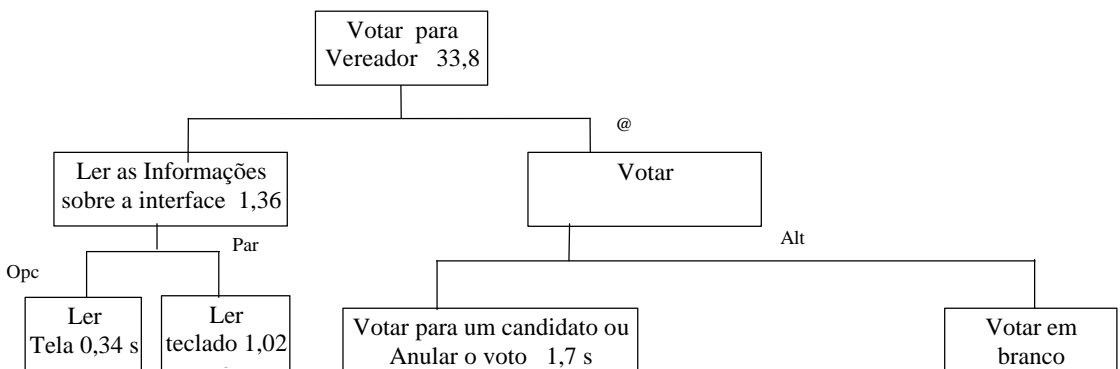


Figura 2. Modelo de avaliação formal da ação

- Tarefa de votar para vereador



*Figura3. Modelo representativo da avaliação formal da ação*

Os tempos totais necessários para o usuário experiente executar a tarefa de votar para prefeito é 32,28s e para vereador é de 33,8s, nota-se que o maior tempo gasto localiza-se na confirmação do voto. Idéias articuladas por Bayman e Mayer (1983), que uma das razões da dificuldade das pessoas com computadores ou usando calculadoras é que existem muitas operações invisíveis ocorrendo atrás da cena. Se as operações invisíveis que ocorrem nas tarefas acima citadas forem visíveis, a confirmação do voto pode ser mais rápida.

### **3.2.5. Ensaios de Interação**

Os ensaios de interação são realizados com a participação do usuário. No recente estudo “Concepção de Interface com o Usuário, Centrada na Tarefa”, os autores Lewis e Rieman (1994), afirmam que não pode-se saber se uma interface será boa ou ruim, sem sua utilização por usuários. À medida que a interface

amadurece, antes do sistema estar pronto, é necessário realizar testes com usuários, pessoas de verdade tentando fazer coisas com o sistema e técnicos observando o que acontece.

A finalidade do ensaio de interação implica em criar a simulação do uso de um sistema da qual participam pessoas reais de uma amostra da população alvo. A aplicação do ensaio requer um trabalho cuidadoso, cujo custo pode ser alto.

Em *L'Évaluation ergonomique des logiciels* (1993), A. Valentin, R. Lucongsang propõem uma participação ativa dos usuários nas diferentes fases do processo de concepção e avaliação de interfaces.

### 3.2.5.1.O Contato do Ergonomista com o Software

#### 3.2.5.1.1. Entrevista com o Criador do Software

A entrevista com o criador do software dá ao ergonomista conhecimentos gerais sobre as orientações do produto. Ela permite observar que :

- As tarefas-alvo do software: previsão de funcionamento, condições
- A população alvo: perfil, conhecimentos gerais, nível de intervenção, formação, experiência com a informática, experiência da tarefa.
- As especificações do software face aos produtos concorrentes, principais inovações.

- O modo de concepção e em particular as modalidades de percepção da realidade das necessidades dos usuários, os elementos que servirão (ou serviram) de base para a análise funcional.
- Os efeitos previstos sobre a organização e as condições de trabalho.
- A formação dos usuários e a assistência que lhes será dada.
- O ambiente técnico necessário (material, comunicação com outros produtos...).

#### 3.2.5.1.2 Demonstração do Software

Após a entrevista, na medida do possível, o ergonomista assiste a uma demonstração realizada pelo criador do software para tomar conhecimento do tipo de diálogo, dos menus, da organização geral das informações, das principais características do software, com o objetivo de obter as informações que lhe permitirão testar o produto de forma independente.

#### 3.2.5.2. Testes Realizados pelo Ergonomista

Ajudado a cada vez que for necessário pelo criador do software, o ergonomista percorre em seguida as diferentes funções do software, testando os pontos que lhe parecerem a priori interessantes do ponto de vista do alvo pretendido. Passo a passo ele nota suas próprias marcas sobre o modo de diálogo, a significação dos objetivos, a clareza das mensagens de erro, a composição dos menus, a estruturação das funções...Ele prepara também as perguntas a clarear durante as observações.

Trata-se de uma avaliação inicial das características ergonômicas da interface. Os elementos utilizados são provenientes dos conhecimentos em ergonomia cognitiva e em ergonomia das interfaces homem/máquina.

Esses elementos não são desenvolvidos na apresentação dos passos, porém, um pequeno lembrete dos princípios gerais são dados abaixo <sup>8</sup> :

- Respeitar os objetivos e os conhecimentos do usuário.
- Limitar a carga de memorização: minimizar as operações a serem efetuadas, guiar o usuário...
- Respeitar a homogeneidade das apresentações (objetivos, mensagens...) e as ações (funções de toque, menus, codificações...). Uma mesma ação deve sempre gerar um mesmo resultado, uma informação devem ser apresentada da mesma forma.
- Informar e guiar: dar ao usuário os meios de saber o que deve e o que pode ser feito.
- Respeitar o vocabulário dos usuários.
- Proteger os comandos e funções perigosas.
- Fornecer tempos de resposta curtos e constantes.
- Dar a possibilidade de interromper e revisar as tarefas.

---

<sup>8</sup>Para maiores detalhes, consultar: Scapin, 86; Valentin, 87; Barthet, 88; Séguret, 89; Coutaz, 90; Meinadier, 91.



do software ou usuários experientes nas tarefas-alvo visadas.

Segundo Lewis e Rieman (1994), servir como usuário de teste pode ser muito desgastante. Precauções a tomar:

- Evitar coletar informações que possam ser usadas para identificar ou qualquer forma de constrangimento.
- Informar às pessoas de forma clara e completa o que vai ser feito.
- Evitar pressionar o usuário, esclarecer que ele pode parar na hora em que quiser

- Cuidado ao usar amigos, subordinados e aqueles que se oferecem para o teste: suas opiniões podem estar comprometidas.
- Durante o teste, monitorar atenciosamente o estado de espírito das pessoas, deixando bem claro que é o sistema, e não os usuários é que estão sendo testados. Apesar disso, alguns ainda vão ficar decepcionados consigo mesmos se as coisas não forem muito bem.

Nessa fase, deve ser decidido quantos usuários serão incluídos no estudo, contatar usuários de acordo com o perfil desejado, requerer permissão para observar, preparar-se para documentar a observação com áudio, vídeo ou múltipla observação, e tomar nota de suas ações e de quaisquer idéias que

-

-diagnóstico do ergonômista é baseado nos dados recolhidos durante as entrevistas, a demonstração e os testes. Ele fornece:

- Os objetivos do produto.  
As entrevistas permitem conhecer o alvo visado (população e tarefas), as principais orientações escolhidas e suas prováveis incidências sobre a organização do trabalho.
- O conhecimento das principais funções.  
O ergonômista descobre o conteúdo das diferentes funções e sua repartição dentro dos menus. Ele pode apreciar mais facilmente a existência ou não de funções complexas ou perigosas, ou se o acesso a determinadas funções é difícil. Isto o ajudará na seqüência de preparação dos cenários de tarefas.
- Uma primeira avaliação do software centrada no diálogo.

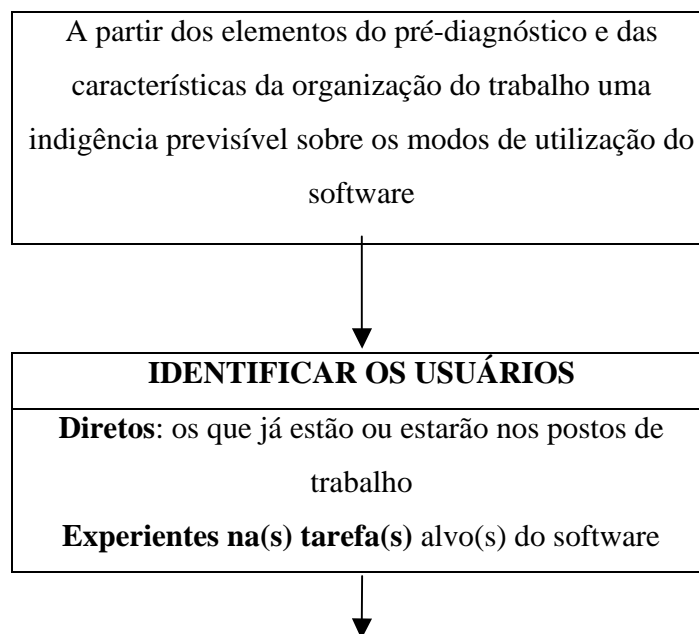
Apoiado nos conhecimentos disponíveis sobre as interfaces homem/máquina, o ergonomista faz um diagnóstico sobre o modo do diálogo. Certos elementos podem ser independentes do aspecto funcional do software (homogeneidade, coerência, segurança...) e das apresentações, numa versão provisória, aos projetistas. Os outros serão identificados pelos testes de utilizabilidade(

- Uma lista de pontos a definir com os usuários.  
Em função das dificuldades identificadas nas funcionalidades e no modo de diálogo o ergonomista pode fazer uma lista de pontos a incluir nos cenários, para estudá-los numa situação de uso pela população concernente.

### 3.2.6. Definição do Público-Alvo e dos Cenários.

O realismo de uma situação repousa sobre a representatividade do -alvo e das tarefas, por isso são tão importantes.

#### DEFINIÇÃO DA POPULAÇÃO





### Os usuários diretos

Os usuários escolhidos para efetuar as tarefas em situação de simulação devem ser pessoas que estão, ou estarão efetivamente nos postos de trabalho. É sua atividade que interessa ao ergonomista, os procedimentos que utiliza, as dificuldades que encontra. É a partir desses elementos que o ergonomista proporá as modificações no software, tendo em vista uma melhor adaptação às situações de uso.

### Os usuários experientes na tarefa.

Os participantes do teste devem ter experiência anterior no trabalho realizável com o software. A utilização de pessoas inexperientes na tarefa simulada, não permitirá distinguir as

dificuldades ligadas ao conteúdo do trabalho, daquelas induzidas pelo

Pessoas experientes versus inexperientes, no uso do software.

Os usuários escolhidos devem ter experiência anterior na tarefa, porém é interessante que possuam difer uso do software. Os inexperientes dão mais indicações sobre a facilidade de aprendizado e sobre a simplicidade de uso, os experientes trazem mais elementos sobre a organização das funções e divisão de

As dificuldades de aprendizado são levadas em conta de preferência dentro da formação ou da documentação (se sua frequência e incidência não são tão importantes).As dificuldades de uso implicam geralmente em modificar o software.

Se o processo é interativo (o que é recomendável), na segunda avaliação, as pessoas que participaram da avaliação anterior já podem ser consideradas como experientes no uso do software. É igualmente possível convidar pessoas que participaram do desenvolvimento do projeto (grupo que trabalhou nas especificações funcionais, equipe de receita...), na condição de serem efetivamente usuários diretos. A par de seu conhecimento do projeto, podem mais facilmente encontrar novos modos de diálogo e a formulação mais diretamente ligada à etada. Podem ser considerados como possuidores de uma certa experiência com o software.

3.2.6.2.. Cenários de Tarefas

Um cenário de tarefas é uma série de instruções correspondentes aos objetivos de trabalho com o software. Para realizar os testes adaptados, o ergonomista procura definir as tarefas percebidas como as mais importantes dentro do quadro de utilização do software, em função de sua frequência e/ou de sua incidência sobre a atividade de trabalho. Para isso ele se baseia o tanto quanto possível sobre o trabalho dos usuários diretos.

Essas tarefas são determinadas a partir de quatro fontes:

- As hipóteses do ergonomista para a emissão do pré-
- Os objetivos que o projetista teve;
- Os elementos de trabalho real a serem realizados com o software;
- Uma avaliação das diferentes funcionalidades do software.

#### As hipóteses do ergonomista para a emissão do pré-

-diagnóstico do ergonomista conduz à formulação das hipóteses sobre as dificuldades ou vantagens ligadas à utilização do software. Essas hipóteses serão estudadas durante as entrevistas com os usuários experientes e/ou durante a realização dos cenários.

#### Os objetivos que o projetista teve.

A partir da entrevista preliminar com o projetista, o ergonomista toma conhecimento dos objetivos iniciais. É conveniente levá-los em conta para a integração de certas funcionalidades dentro da avaliação.

Contudo, os cenários devem ficar estruturados para as tarefas a serem efetuadas e não pelo funcionamento do software.

#### Os elementos sobre o trabalho real a ser efetuado com o software .

Os elementos utilizados para os cenários variam necessariamente em função do período do teste, em relação ao desenvolvimento do software.

- Se o software ainda não foi usado, o ergonomista conduz as entrevistas com as pessoas experientes na tarefa e as observações
- Durante o desenvolvimento do software, é conveniente seguir os procedimentos habituais dos ergonomistas e realizar as observações do trabalho em situação real; mas permitir a realização das observações, o ergonomista deverá conduzir as entrevistas com pessoas experientes na tarefa e no uso do software.

#### A construção dos cenários

Os cenários não devem reproduzir as situações existentes. Ao a simulação permite tentar projetar quais serão as futuras -se na utilização do software. O cenário não tenta construir o equivalente a uma situação de "receita informática", dentro da qual seremos guiados unicamente pela lógica do programa. Os cenários deverão levar em conta, de um lado, as atividades e conhecimentos dos usuários e de outro, o que o software traz e especifica. Por outro lado é conveniente construir cenários nem muito reduzidos nem simplistas. Os usuários assim, encontrar-se-ão

confrontados precisamente com as dificuldades que encontrarão durante o uso do software em situações reais de trabalho.

### 3.2.7. Coleta de Dados

#### 3.2.7.1. A Avaliação

Desde que os cenários estejam definidos é aconselhável fazer um ensaio de avaliação com, pelo menos, um usuário para checar a estrutura dos cenários, as diretrizes a dar aos usuários, as principais informações a serem fornecidas... Isto também permitirá avaliar com precisão a duração de uma avaliação e de melhor planificar a organização a prever para a população testemunha.

#### 3.2.7.2. Coordenação dos Observadores

A intervenção de muitos observadores reduz os atrasos da avaliação, porém supõe a realização de um guia que assegure uma certa homogeneidade nos dados. Também é conveniente organizar uma reunião de trabalho para explicar as modalidades de recolhimento e facilitar a coordenação dos observadores.

Os observadores geralmente são ergonomistas, mas a participação de técnicos em informática poderá facilitar o trabalho posterior e de integração das evoluções do software.

Durante os recolhimentos, as observações necessitam de uma certa técnica. Elas devem ser suficientemente ricas para interpretar o significado das ações no momento da análise. Os observadores devem igualmente respeitar certas regras, em particular:



- Não dar informações sobre o produto testado nem fazer comentários pessoais;
- Releva as diferentes ações do usuário, solicitar explicações (saber porque o usuário efetua suas ações, aquelas que ele procura obter) e anotar os comentários correspondentes;
- Notar ao que correspondem as ações em função do software (títulos da tela, mensagens, funções utilizadas...);
- Se o usuário não escolheu o caminho previsto, deixá-lo seguir seu procedimento e recolher a dinâmica própria às suas ações;
- Se o usuário não encontra a solução imediatamente, lhe deixar procurar e releva as dificuldades que encontre;
- Se o usuário estiver bloqueado, não intervir pessoalmente, mas chamar uma pessoa da equipe de concepção (as quais estão previstas durante a avaliação do software) e releva as explicações fornecidas e as ações que isto permita realizar;
- Evitar interpretar imediatamente a causa das dificuldades do usuário, mas simplesmente prestar bastante atenção ao desenrolar dos acontecimentos havidos.

**É necessário precisar o nível de detalhamento que deve respeitar os títulos de tela, grupos de informações, de mensagens, pois essas modalidades podem ser diferentes segundo o tipo de software. É necessário também preparar uma lista de perguntas a serem feitas a cada caso ou elas não serão abordadas diretamente pelo usuário. Essas questões são preparadas durante o conhecimento do software pelo ergonômista**

O principal cuidado ao documentar o ensaio de interação da interface através de notas e de gravação em áudio e vídeo, além de documentar as ações realizadas e pretendidas, deve ser o de não interferir de nenhuma forma no que acontece, para não influenciar os pensamentos e ações dos observados. Comumente pessoas observadas ficam constrangidas e perdem a naturalidade. Todo cuidado deverá ser tomado para que esse constrangimento seja o mínimo possível, evitando identificar as pessoas que participam do ensaio.

### **3.3 - Capacidades Cognitivas**

Segundo Rumelhart et al., (1986), deveríamos contabilizar três grandes capacidades cognitivas humanas: A faculdade de perceber, a de imaginar e a de manipular. A combinação destas três faculdades, bem como sua articulação com as tecnologias, permitem dar conta de todas as realizações do pensamento dito abstrato. Vamos examinar uma a uma as três

A faculdade de percepção ou do reconhecimento de formas é caracterizada por sua grande rapidez. O sistema cognitivo se estabiliza em uma fração de segundo na interpretação de uma determinada distribuição de excitação dos captadores sensoriais. Reconhecemos imediatamente uma situação ou um objeto, encontramos a solução de um problema simples, sem que para isto tenhamos que recorrer a uma cadeia de deduções conscientes. Nisto, somos exatamente como os outros animais. A percepção imediata é a

A faculdade de imaginar, ou de fazer simulações mentais do mundo exterior, é um tipo particular de percepção, desencadeada por estímulos internos. Ela nos permite antecipar as consequências de nossos atos. A

usar a linguagem e usar novas informações recebidas através dos sentidos. Ela também nos dá o sentido de identidade, preservando informações sobre experiências que vivenciamos no passado.

A memória é a segunda parte do modelo humano, como um sistema de processamento de informações, o que não deixa de ser simplista, pois a memória está associada a cada nível de processamento. Tendo isso em mente, consideraremos o caminho através do qual a memória é estruturada e as atividades que ocorrem dentro do sistema. (Wickens, 1984).

É geralmente aceito que existem três tipos de memória ou de funções *sensorial transitória*, a de *curto prazo* ou de *trabalho*, e a de *longo prazo*. Existem controvérsias se são três sistemas separados ou apenas diferentes funções de um mesmo sistema. De qualquer forma, os três tipos interagem, com a informação sendo passada e processada entre os diferentes armazenamentos, conforme mostrado na figura acima.

#### 3.3.1.1. A Memória Sensorial

As memórias sensoriais funcionam como armazéns transitórios para os estímulos recebidos através dos sentidos. Existe uma memória sensorial para cada canal sensorial: memória de ícones para os estímulos visuais, memória auditiva para estímulos sonoros e memória de sensações mecânicas, térmicas, de contato para o tato. Essas memórias são constantemente apagadas por novas informações provenientes desses vários canais.

Segundo Alan Dix (1993), podemos demonstrar a existência da memória de ícones movendo um dedo em frente ao olho. -lo em mais de um lugar ao mesmo tempo. Isso indica a persistência da imagem após os estímulos terem sido removidos. Um efeito similar é percebido mais intensamente em fogos de artifício, quando as fagulhas em movimento deixam uma imagem persistente. A informação permanece na memória de ícones fugazmente, um tempo da ordem de meio segundo.

Similarmente, a existência da memória auditiva é evidenciada por nossa habilidade em perceber a direção de onde vem um som. Isso é ação é recebida por ambas orelhas. Contudo, desde que a informação é recebida em diferentes momentos, devemos armazenar os estímulos enquanto isso. A memória auditiva permite curtas relembrações de informação. Se alguém lhe fez uma pergunta quando você estava lendo, certamente você pede para que a pergunta fosse repetida e, afinal, se deu conta de que já sabia o que havia sido perguntado. Esta experiência evidencia a existência da memória auditiva. (Schiff, 1980)

Dix e outros (1993) consideram que a informação é passada da memória sensorial para a memória de curto prazo pela atenção, desse modo filtrando o estímulo para apenas aqueles de interesse num dado momento. A atenção é a concentração da mente em um dentre vários estímulos competidores ou pensamentos. É claro que somos capazes de focar nossa atenção seletivamente, escolhendo prestar atenção em uma coisa em vez de em outra. Isso é causado pela limitada capacidade dos nossos processo sensoriais e mentais. Se não atendermos seletivamente aos estímulos vindo de encontro aos nossos sentidos, seremos sobrecarregados. Podemos escolher a qual estímulo prestar atenção e esta escolha é ditada, de certa forma, pelo que nos estimula, nosso nível de interesse ou necessidade. As informações recebidas pelas memórias sensoriais são rapidamente passadas para um armazenamento mais permanente, ou apagadas e perdidas.

#### 3.3.1.2. Memória de Curto Prazo

Certos estudos em psicologia cognitiva, ainda que estejam centrados principalmente em indivíduos, podem fornecer-nos indicações preciosas. Foi observado que os assuntos abordados nas conversas cotidianas possuem muito menos estrutura, sendo sistematicamente menos hierarquizados e

organizados do que os textos escritos. Estas características estão  
 íciências na capacidade da memória humana de curto

A memória de curto prazo ou memória de trabalho funciona como um  
 bloco de anotações para lembrança temporária de informações.

Richard (1990) afirma que a informação proveniente do ambiente  
 chega aos registros sensoriais, onde é conservada por um período muito  
 breve ( alguns décimos de segundos). Estes sinais são tratados por um outro  
 sistema que realiza a identificação da informação sob a forma de uma  
 mação codificada é armazenada na memória de  
 curto prazo. A capacidade desta memória é limitada e quando a capacidade

-

Segundo Levy (1993), a memória de curto prazo, ou memória de  
 a é usada, por exemplo, quando lemos um  
 número de telefone e o anotamos mentalmente até que tenhamos discado no  
 aparelho. A repetição parece ser a melhor estratégia para reter a informação  
 a curto prazo. Ficamos pronunciando número em voz baixa indefinidamente  
 até que tenha sido discado. O estudante que esteja preocupado apenas com  
 sua nota no exame oral irá reler sua lição pela décima vez antes de entrar  
 em sala neste dia.

### 3.3.1.3. Memória de longo prazo : armazenamento e pesquisa

A memória de longo prazo por outro lado, é usada a cada vez que  
 lembramos de nosso número de telefone no momento oportuno. Supõe-se  
 que a memória declarativa de longo prazo é armazenada em uma única e  
 imensa rede associativa, cujos elementos difeririam somente quanto a seu

ela qual a pessoa irá construir uma representação do fato que deseja lembrar, parece ter um papel fundamental em sua capacidade posterior de lembrar-se deste fato.(Lévy, 1993).

### 3.3.2. Modelos Mentais

Segundo Senge (1990) modelos mentais são conceitos já estabelecidos à respeito de pessoas ou organizações. Muitas vezes fazemos julgamentos pelas aparências, sem conhecer mais profundamente as questões que estão por traz destas atitudes. Temos que levar em conta que muitos destes conceitos já estão presentes na cultura e são muito enraizados.

Ao observar um mesmo fenômeno duas pessoas o descrevem de maneira diferente, pois enxergam de ângulos diferentes devido ao fato de terem uma formação diferenciada, portanto tem modelos mentais diferentes. Isto esta muito ligado a nossa formação onde aprendemos a arquivar parte das informações que estão ao nosso redor. Apenas percebemos uma pequena parte das imensa gama de informações que a cada momento esta em volta de nos. Muitas vezes as pessoas não conseguem compreender fatos que

-se conhecido em questão de horas.

Para atender as peculiaridades correspondentes à realidade do processo de transferência do procedimento manual para o eletrônico, a equipe de projetistas desse sistema reuniu os melhores especialistas nacionais nos



domínios associados à segurança e confidencialidade dos dados, a confiabilidade do software e do equipamento e ao desempenho geral dos sistemas. Não houve entretanto, a participação de ergonomistas nesse processo.

## **4.1. Evolução do Processo de Votação**

### **4.1.1. Histórico**

A criação da Justiça Eleitoral após a Revolução de 30 tinha como objetivo moralizar o processo eleitoral brasileiro, antes notoriamente viciado por fraudes voluntárias ou não. Extinta durante o Estado Novo, a Justiça Eleitoral é reinstalada em 1945, como pressuposto para o retorno do País à democracia.

De 45 aos dias atuais, segundo o TSE, o processo de contagem de votos vem sido desenvolvido da seguinte forma. Os votos são contados e "*cantados*" para que os escrutinadores preencham os "boletins de urna". Nesse preenchimento, há possibilidade de fraude, pois é possível trocar 22 votos contados para um candidato, por 2 votos no boletim de urna. E vice-versa, levando a uma distorção fatal dos resultados. Votos em branco às vezes são considerados pelos escrutinadores, votos nulos "*contados*" como válidos para um candidato. Até involuntariamente a fraude é praticada. Como o boletim é carbonado e preenchido em várias vias, se o papel de baixo estiver mal posicionado, um candidato pode receber os votos do "*vizinho*" de boletim, sem que ninguém perceba o erro.

Na perspectiva do TSE, a solução definitiva para tais problemas está no fim da apuração manual. O voto pelo computador vem justamente eliminar a apuração manual. O eleitor vota diretamente na "urna eletrônica", que, ao final do dia, já dará automaticamente o resultado daquela seção de votação.

O modelo da "urna eletrônica" utilizada em 1996 foi criado pela própria Justiça Eleitoral, tendo algumas peculiaridades correspondentes à realidade de

nosso processo político eleitoral. Devido ao grande número de analfabetos e semi analfabetos eleitores, os projetistas optaram pelo teclado exclusivamente numérico; para que não existissem dúvidas sobre a confiabilidade do equipamento, decidiu-se que cada voto deve ser impresso automaticamente e depositado numa urna ao fim da votação de cada eleitor - em caso de dúvida sobre possíveis erros da máquina, basta conferir os votos contidos na urna.

O projeto de informatização do voto começou pelas maiores cidades do País, segundo o TSE, pois nelas, com raras exceções, não ocorrem problemas de eventuais faltas de energia elétrica, ao contrário do que ocorre nas cidades de porte médio e pequeno. Os melhores servidores da Justiça Eleitoral estão nas capitais (sedes dos TREs) e, nas cidades grandes do interior, pode-se contar com o auxílio de técnicos e universitários, no apoio às e nas emergências. Os eleitores das grandes cidades tem maior grau de escolaridade e convivem mais de perto com os avanços tecnológicos (computadores, terminais de bancos, telefones públicos, etc.).

A Justiça Eleitoral tem como finalidade básica realizar as eleições no País, de forma que os resultados dos pleitos expressem fielmente a vontade política dos eleitores. Quanto à

- Tribunal Superior Eleitoral
- Tribunais Regionais Eleitorais
- Zonas Eleitorais
- Seções Eleitorais.

Cada Estado possui um Tribunal Regional Eleitoral. Para cada grupo de aproximadamente 50.000 eleitores existe uma Zona Eleitoral (Z.E.), que por sua vez subdivide-se em seções eleitorais a cada conjunto de 400 eleitores. São, ao todo, mais de 105 milhões de eleitores, assim distribuídos:

	44,58 %
--	---------

os de recontagem. Nas eleições em 1998 a urna plástica foi eliminada.

A urna plástica e o disquete que grava os dados da apuração, são inseridos em aberturas na parte posterior da "Urna Eletrônica".

Energia elétrica, de 90 a 240V, alimenta a "Urna Eletrônica", que também pode ser movida a bateria interna recarregável (com capacidade para uma hora e meia). Também pode ser utilizada uma bateria externa de 12V (bateria de automóvel), com capacidade para 13 horas de funcionamento.

Um microterminal é conectado à "Urna Eletrônica", para que os mesários possam digitar e confirmar o número do título de cada eleitor.

<b>Placa-Mãe</b>	386SX de 25 mhz
<b>Vídeo</b>	Display de cristal líquido
<b>Fonte</b>	No-break, com autonomia de 90 minutos de fornecimento de energia elétrica
<b>Drives</b>	2 floppies de 3 1/2 polegadas

#### **4.1.4. Legislação Eleitoral para o Sistema Eletrônico**

- A votação eletrônica será feita no numero do candidato ou da legenda partidária, devendo o nome do candidato e do partido, ou da legenda partidária, conforme for o caso, aparecer no pai
- Na votação para eleição majoritária deverá aparecer no painel também a fotografia do candidato.
- A maquina de votar imprimirá cada voto, assegurado o sigilo e a possibilidade de conferencia posterior para efeito de recontagem.
- O sistema eletrônico adotado assegurará o sigilo do voto e a sua inviolabilidade, garantida aos partidos e aos candidatos ampla fiscalização.

Atualmente no Brasil, exceto para os analfabetos ,o voto é obrigatório. Dos 16 aos 18 e acima dos 65 anos é facultativo. A legislação eleitoral reconhece apenas a votação em branco. O voto nulo não esta previsto em lei. O TSE quer evitar distorções que resultem, por exemplo, em apologia ao voto nulo. Considerado “execrável” pela Justiça Eleitoral, o voto nulo foi excluído das opções nas urnas

#### **4.1.5. O Processo de Votação Eletrônico**

O eleitor se dirige à cabine eleitoral. No monitor, encontrará a seguinte orientação:

PREFEITO

--

O eleitor deve digitar o número do candidato a prefeito. Após a digitação, dois casos podem ocorrer:

a) se o número do candidato não existir, aparecerá no monitor o alerta de número errado:

Tela nº 2

SEU VOTO PARA

**PREFEITO**

Número: 01 (NÚMERO ERRADO)

-----

Aperte a tecla:

VERDE para CONFIRMAR

LARANJA para CORRIGIR

Se o votante pressionar a tecla CONFIRMA, de cor verde, o voto do candidato a prefeito será considerado nulo, e a máquina pedirá o número do candidato a vereador (tela nº 4). Se o eleitor teclar CORRIGE, de cor laranja, a urna eletrônica retornará à tela nº 1. O eleitor

pode também votar em branco, basta pressionar a tecla BRANCO no teclado e em seguida a tecla Verde (CONFIRMA).

Tela nº 2 .I

SEU VOTO PARA

**PREFEITO**

**VOTO EM BRANCO**

-----  
Aperte a tecla:

VERDE para CONFIRMAR

LARANJA para CORRIGIR

b) Se o número digitado pelo eleitor pertencer a um candidato, será mostrada a seguinte mensagem no monitor:

Tela nº 3

SEU VOTO PARA

**PREFEITO**

Número: 89607

Nome: Machado de Assis

Partido: UNE

-----  
Aperte a tecla:

VERDE para CONFIRMAR

LARANJA para CORRIGIR

Pressionando-se a tecla CONFIRMA, o voto será somado ao candidato, e a máquina pedirá o número do candidato a vereador (tela nº 4). Se o eleitor teclar CORRIGE, a urna retornará à tela nº 1.

Após a confirmação do candidato majoritário, a urna eletrônica aprese pedindo o número, composto de cinco algarismos, do candidato a vereador.

**VEREADOR**

— — — — —

Após a digitação de dois números, a urna mostrará a tela:

Tela nº5                      SEU VOTO PARA

**VEREADOR**

Número: 89\_\_ \_\_ \_\_

Nome: Machado de Assis

Partido: UNE

-----

Aperte a tecla:

VERDE para CONFIRMAR

LARANJA para CORRIGIR

Essa mensagem significa que a partir desse momento se o eleitor pressionar a tecla CONFIRMA, mesmo não completando os cinco números pedidos, o voto irá para a legenda, se ela existir. Será considerado nulo (tela nº 6) se os dois primeiros algarismos

Tela nº6                      SEU VOTO PARA

**VEREADOR**

Número: 80 (NÚMERO ERRADO)

-----

Aperte a tecla:

VERDE para CONFIRMAR

LARANJA para CORRIGIR

Após a digitação dos cinco números do candidato proporcional, podem ocorrer 3 casos:

a) o eleitor errou tanto o número da legenda (dois primeiros algarismos) quanto o número do candidato (três últimos). Desse modo a urna apresentará a tela a seguir:

Tela nº6                      SEU VOTO PARA

**VEREADOR**

Número: 80000 (NÚMERO ERRADO)

-----  
Aperte a tecla:

VERDE para CONFIRMAR

LARANJA para CORRIGIR

Se o eleitor pressionar a tecla CONFIRMA, o voto do candidato proporcional será nulo e a máquina mostrará a mensagem de Fim de Votação (tela nº 10). Se a tecla pressionada for a CORRIGE, a urna retornará à tela nº 4. Na eleição proporcional, pode-votar em branco, basta pressionar a tecla BRANCO no teclado e confirmar com o botão CONFIRMA.

b) o eleitor acertou o número da legenda (dois primeiros algarismos), mas errou o número do candidato (três últimos). Então será apresentada a seguinte mensagem:

Tela nº7

SEU VOTO PARA

**VEREADOR**

Número: 86000 (NÚMERO ERRADO DO CANDIDATO)

VOTO VÁLIDO SÓ PARA LEGENDA

Partido: UNE

-----  
Aperte a tecla:

VERDE para CONFIRMAR

LARANJA para CORRIGIR

Pressionando-se a tecla CONFIRMA, o voto será considerado para a legenda. Teclando CORRIGE, retorna-se à tela nº 4.

c) se existir o número digitado, a máquina apresentará a seguinte mensagem de

Tela nº6

SEU VOTO PARA

**VEREADOR**



Número: 89607

Nome: Machado de Assis

Partido: UNE

-----  
Aperte a tecla:

VERDE para CONFIRMAR

LARANJA para CORRIGIR

Se o eleitor pressionar a tecla CONFIRMA, o voto será somado ao candidato escolhido. Pressionando-se CORRIGE, a urna retorna à tela nº 4. Após a confirmação do voto proporcional, a máquina apresentará a mensagem de fim de vota

## **FIM**

Observa-se que o processo de transferencia do procedimento manual para o eletrônico foi feito de modo a atender as normas ditas pela legislação eleitoral. Não houve entretanto, a participação de ergonomistas nesse processo.

-se conhecido em questão de horas.

Para atender as peculiaridades correspondentes á realidade do processo de transferencia do procedimento manual para o eletrônico, a equipe de projetistas desse sistema reuniu os melhores especialistas nacionais nos domínios associados á segurança e confidencialidade dos dados, a confiabilidade do software e do equipamento e ao desempenho geral dos sistemas. Não houve entretanto, a participação de ergonomistas nesse processo.

### **5.1.2. Especificações Técnicas Da "Urna Eletrônica"**

A "Urna Eletrônica" é formada por um gabinete monobloco com monitor (tela) e teclado, embutidos. À parte posterior do gabinete é acoplada uma urna plástica para acolher os votos dados, impressos, servindo como um comprovante

A urna plástica e o disquete que gravam os dados da apuração, são inseridos em aberturas na parte posterior da "Urna Eletrônica".

Energia elétrica, de 90 a 240V, alimenta a "Urna Eletrônica", que também pode ser movida a bateria interna recarregável (com capacidade para uma hora e meia). Também pode ser utilizada uma bateria externa de 12V (bateria de automóvel), com capacidade para 13 horas de funcionamento.

Um microterminal é conectado à "Urna Eletrônica", para que os mesários possam digitar e confirmar o número do título de cada eleitor.

<b>Placa-Mãe</b>	386SX de 25 mhz
<b>Vídeo</b>	Display de cristal líquido

<b>Fonte</b>	No-break, com autonomia de 90 minutos de fornecimento de energia elétrica
<b>Drives</b>	2 floppies de 3 1/2 polegadas
<b>Impressora</b>	Pequena, de corte automático, do tipo usado em caixas registradoras

5.1.2. - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA "URNA ELETRÔNICA"

### 5.1.3. O Software da "Urna Eletrônica"

O voto informatizado envolve um sistema complexo que se constituiu de diversas fases, desde a instalação da "Urna Eletrônica" na seção eleitoral, a organização da logística nas zonas eleitorais e por fim, a totalização dos votos. A "Urna Eletrônica" aparece como a parte mais visível de todo esse complexo sistema. O software da "Urna Eletrônica" gera interfaces para três tipos de usuários distintos:

- A destinada aos técnicos dos tribunais regionais que instalam os programas e executam os testes.

- A destinada aos mesários, que no dia da eleição devem inicializar o sistema, zima, controlar o que acontece durante a votação ( identificar o eleitor para a votação, saber se está faltando energia elétrica e se o eleitor ainda está votando, etc..) e ao final da eleição, contabilizar o total de votos.

- Por final, a interface com o eleitor que compete realizar suas intenções de voto para a qual localiza-se o objeto desse estudo, na qual essa avaliação se refere.

## 5.2. A Interface com o Eleitor

No primeiro turno das eleições municipais de 1996, houve a votação eletrônica em algumas cidades com mais de 200 mil habitantes para os candidatos a prefeito (eleições majoritárias) e para vereador (eleições proporcionais). A interface com a urna eletrônica permitia que os eleitores indicassem seus candidatos, inicialmente, para prefeito e depois, para vereador.

Trata-se de um sistema automatizado, cuja interface com o usuário, de aparência bastante simples, simula as atividades - tarefa de voto, das quais os usuários potenciais, os eleitores, têm um conhecimento real.

A tarefa prescrita para uma interação bem sucedida usuário-dispositivo eletrônico inclui os seguintes procedimentos abaixo:

1- O primeiro passo é o voto para prefeito. Na parte superior da tela inicial da urna aparecerá a palavra *prefeito*. Abaixo, haverá dois sinais de espaço, que vão piscar até que o eleitor coloque os dois números que indicam seu candidato. Para colocar o número de 2 algarismos, o eleitor usa a seqüência numérica do teclado decádico, semelhante ao telefone público de teclas.

2- Após o preenchimento de 2 algarismos nos espaços em branco, uma mensagem surgirá na parte superior da tela, mostrando o número escolhido, o nome, a legenda e a foto do candidato. Na parte inferior, outra mensagem: "Aperte a tecla: *verde* para *confirmar* ou *laranja* para *corrigir*".

- Para confirmar o eleitor deve pressionar a tecla verde *confirmar*, o voto é registrado e um bip sonoro informa a conclusão do voto para prefeito.

- Para corrigir o eleitor deve pressionar a tecla laranja *corrigir*, reaparecem os dois espaços em branco para que a votação reinicie.

- Para votar intencionalmente em branco o eleitor deve pressionar a tecla *branco*. Na tela aparecerá "*voto em branco*", deve ser confirmado com a tecla verde *confirmar*.

3- Após a emissão do sinal sonoro que marca o fim do voto para prefeito, a tela será automaticamente limpa para que seja iniciada a votação para vereador. Desta vez, o eleitor terá que compor um número de cinco algarismos correspondentes aos espaços em branco abaixo da palavra "*vereador*". Depois de digitados os cinco algarismos, aparecerão na tela o número, o nome e a legenda do candidato a vereador. Desta vez, não aparecerá a foto. Da mesma forma, confirma-se o voto pressionando a tecla verde *confirmar* e corrige-se o voto pressionando a tecla laranja *corrigir*. Após pressionar a tecla verde, a urna emitirá agora dois bips sonoros. Na *Fim*".

4- Para anular, conscientemente, o voto não há comandos específicos, se o eleitor digitar um número inexistente de candidato, aparecerá escrito na tela "*número errado*" e pressionar a tecla *confirmar* estará confirmando o voto nulo.

### **5.3. Os Excluídos das Novas Tecnologias**

No que se refere a pesquisas e publicações científicas em projetos de interfaces homem-computador, encontra-se em profusão estudos de software interativos concebidos de modo a atender a demanda de um mercado competitivo e consequentemente as necessidades de um público cada vez mais exigente diante da proliferação das novas tecnologias de informação e comunicação (NTIC). Na opinião dos projetistas de software o público alvo estabelecido pelo mercado por ser a maior parte da população de usuários

consumidores são pessoas saudáveis que não possuem deficiências físicas, mentais e psicológicas.

Por outro lado são escassos os trabalhos em ergonomia de software dedicados a população dos deficientes físicos e mentais, analfabetos, idosos, dentre outros usuários que encontram-se excluídos do acesso as NTIC. O pouco trabalho que existe destaca, as dificuldades, ou a impossibilidade dessas populações em utilizar os produtos de informática elementares.

A partir da perspectiva dos excluídos sociais pode-se investigar a interação do eleitor com as interfaces da urna eletrônica, d simples, substitui a tarefa de votar, da qual os eleitores, tem conhecimento adquirido de eleições anteriores. É importante observar que alcançando as necessidades do usuário especial, indiretamente, atende-se também melhor as necessidades do usuário em geral.

## **5.4. Avaliação Heurística**

Nesta fase, dois especialistas em ergonomia analisaram em separado o dispositivo, sem a participação de usuários, com base nos critérios ergonômicos, heurísticas e recomendações que definem um dispositivo ergonômico. A análise efetuada gerou um relatório. No caso desse dispositivo foram eleitos apenas alguns dos critérios ergonômicos, porque nem todos são aplicáveis.

As atividades iniciais ( Avaliação heurística\ Exploração cognitiva e Análise estatística) foram coordenadas por ergonomistas ligados ao Labutíl, e seus resultados fornecem os parâmetros de entrada para os ensaios de interação com: cegos, idosos e analfabetos, cuja condução é de

O texto que compõe esta monografia relata o conteúdo destas atividades indistintamente

### **5.4.1. Problemas que o Relatório Apresentou:**

#### **♦ FALTA DE *CONDUÇÃO AO USUÁRIO*:**

interação e sem a existência de informações sobre as ações futuras. O cursor piscando intermitentemente não é um convite suficientemente claro para que os leigos em dispositivos informatizados interajam com o mesmo.

#### ♦ INOBSERVÂNCIA AOS CRITÉRIOS DE *CONTROLE EXPLÍCITO DO USUÁRIO E PROTEÇÃO CONTRA ERROS*

Na tela de voto para prefeito não há uma passagem clara do voto de prefeito, após a confirmação de voto, para o voto de vereador. Ela fere o ao propor um tipo de interação que agrupa em uma só as ações de introdução do número do candidato, e de sua confirmação, como entrada válida. Essa característica provoca uma deficiência importante de proteção contra erros, pois o usuário não tem a oportunidade de corrigir eventuais erros de digitação do último algarismo do código do candidato, antes de sua interpretação pelo programa. Segundo os critérios e recomendações ergonômicas, o usuário deveria poder digitar o código, verificar a exatidão da entrada efetuada, eventualmente corrigi-la e, só então, comandar a ação de entrada.

A proteção contra erros é particularmente deficiente no módulo de voto para vereador que, além da desconformidade apresentada acima, interpreta de maneira inapelável as ações involuntárias ( durante a entrada do código de seu candidato a vereador, em votos na legenda. Ao estar preenchendo o campo com o código do seu candidato a vereador, o eleitor pode, por qualquer motivo, incluindo aqui problemas com o teclado e/ou deficiência visual, enganar-se e, antes de finalizar a entrada pretendida, acionar a tecla verde para confirmar. Nesse caso seu candidato a vereador terá perdido um voto, pois a reação do sistema terá



sido a de considerar a entrada efetuada como o de voto na legenda, mesmo que o valor digitado seja diferente do código correspondente ao voto na legenda. Pretendendo votar no candidato de código 97601, o eleitor pode enganar-se e, já tendo digitado o número 9760, aciona involuntariamente a tecla verde para a confirmação do voto. Claramente sua intenção não era votar na legenda pois, para fazê-lo, deveria digitar simplesmente o código 97.

Um sistema adequadamente protegido contra erros humanos daria inicialmente a chance ao usuário/eleitor de criticar o código, antes de sua entrada, e realizaria ele mesmo uma crítica final adequada, solicitando uma confirmação no caso de discrepâncias entre os valores entrados e os esperados.

O diagnostico elaborado a partir dessas constatações é o de que a qualidade final do voto de eleitores especiais, pessoas, por diversos motivos, afastadas da cultura urbana informatizada. O resultado final da manifestação eleitoral feita através do dispositivo de "Urna Eletrônica" pode ter sido desvinculado de seus objetivos para idosos votantes e certos tipos de deficientes físicos.

Com o objetivo de confirmar os problemas ergonomicos identificados nessa avaliação heurística foi realizado um estudo resultados das eleições de 1992 (sem urna eletrônica) e 1996 (com urna eletrônica).

## **5.5. Analise Estatística**

Nas eleições de 1996, o Tribunal Superior Eleitoral (TSE) implementou a utilização das urnas eletrônicas nas cidades que possuem

mais de 52 mil eleitores, critérios em que se enquadram apenas Florianópolis e Joinville, em Santa Catarina. Brusque é uma exceção por ter sido utilizada experimentalmente, nas eleições de 1989.

Na análise estatística foi efetuado um estudo comparativo dos resultados das eleições municipais de 1992 e 1996 em Blumenau, Lages, São José, Criciúma, municípios sem a votação eletrônica e as três cidades citadas acima onde houve a votação eletrônica. Ao todo sete importantes cidades do estado de Santa Catarina de tamanhos comparáveis (entre 43.659 e 242.932).

<b>%</b>	<b>Votos manuais</b>		<b>Votos informatizados</b>	
	<b>Prefeito</b>	<b>Vereador</b>	<b>Prefeito</b>	<b>Vereador</b>
<b>Nulos</b>	-1,76%	-21,45%	-20,15%	-12,08%
<b>Branços</b>	- 81,22%	<b>33,42%</b>	-85,95%	<b>- 41,72%</b>
<b>Nominais</b>	15,50%	10,09%	24,67%	14,71%
<b>Legenda</b>		<b>-55,45%</b>		<b>65,73%</b>
<b>Válidos</b>	7,45%	8,82%	14,33%	14,80%

Tabela 1 - variação média dos votos entre 1992 e 1996 para cidades não informatizadas e informatizadas.

### 5.5.1. Interpretação Dos Dados

Os dados fornecidos pelo Tribunal Regional Eleitoral de Santa Catarina incluíram os totais de votos nominais, em branco e nulos para as eleições majoritárias e os nominais, em branco, na legenda e nulos para as eleições proporcionais nessas cidades nas eleições de 1992 e de 1996.

Na contagem dos votos, pela sistemática anterior, o voto manuscrito, eram considerados nulos , para todos os efeitos, os votos dados a candidatos

fato explica evidentemente o aumento dos votos validos.

A análise comparativa dos dados, permitiu constatar as seguintes tendências antagônicas no que se refere aos votos da eleição proporcional:

1- Nas cidades com urna eletrônica houve um aumento de 65,73% de votos para as legendas e partidos, enquanto que nas cidades não informatizadas, incluídas no estudo, houve uma diminuição de 55,45% desse tipo de voto. Deve-se notar entretanto, que o aumento de votos na legenda foi maior do que o aumento dos votos válidos. Esses aumentos não estão previstos e parecem confirmar o diagnóstico da avaliação número importante de erros e incidentes passíveis de ocorrência durante as

impasse na interação, é provável que um certo número de eleitores tenha querido escapar da interação pressionando a tecla "confirmar". Isso, da mesma forma com que um usuário de um microcomputador usaria as teclas ditas de escapada (Esc-Enter) ou de interrupção do sistema (on-off) em uma situação onde ele cria que a máquina ou o software estejam inoperantes ou bloqueados. O aumento de votos nas legendas e partidos poderia ser explicado pela falta de controle na digitação e de possibilidades de correção e de

2- Nas cidades com urna eletrônica houve uma diminuição de 41,72% de votos em branco para as câmaras de vereadores, enquanto que nas cidades -se um aumento de 33,42% para esse tipo de voto.

O voto em branco, por corresponder a uma tecla específica no teclado, poderia ser considerada uma opção bastante sugestiva ao eleitor. Poderia se

encontra uma causa no diagnóstico ergonômico realizado. A diminuição constatada é instigante e merece ser o tema de pesquisa específica.

Em conclusão, a avaliação heurística e a análise estatística realizadas parecem sugerir que os problemas com a gestão de erros dos eleitores, que necessitam de mais uma chance de rever seu voto para vereador, provocam um desvio no voto eletrônico que pode ser significativo entre as intenções de voto dos sujeitos e os resultados alcançados. É razoável supor, que esse desvio seja mais significativo para as pessoas afastadas da cultura informatizada. Essa é a razão pela qual partiu-se para efetuar ensaios de interação junto a dois tipos de populações de pessoas consideradas excluídas das NTIC, os cegos e os idosos.

## **5.6. Ensaios De Interação**

A finalidade dos ensaios é identificar, em uma simulação, elementos indesejáveis na interface que não foram compreendidos ou que deram margem a entendimentos confusos.

De acordo com Lewis e Rieman, a razão do teste é antecipar o que acontecerá quando usuários reais começarem a usar o sistema. Os melhores usuários de teste serão pessoas representativas das pessoas

### **5.6.1. Metodologia**

Foram realizados 3 ensaios de interação, o primeiro grupo de cegos com conhecimento do dispositivo, o segundo grupo de cegos sem

conhecimentos tanto de *braille* como do dispositivo e por último o grupo de pessoas idosas de baixa escolaridade.

Ao iniciar cada sessão de ensaio, foi aplicado um questionário (anexo 2) para cada participante por uma ergonomista da equipe, que coletou informações gerais sobre: idade, sexo, nível escolar, interesse pelo voto enquanto cidadão, etc.. E informações específicas em relação ao dispositivo, como: o conhecimento do processo de votar, o acesso a certas tecnologias como televisão e telefone, o conhecimento de *braille* no caso dos cegos, etc.. Ao termino das entrevistas, realizou-se uma explicação para todos sobre os procedimentos para votar na urna eletrônica.

Segundo Lewis e Rieman (1994), considerando os objetivos de um projeto e o que os usuários iriam estar fazendo para executar estes objetivos, as tarefas de teste devem refletir o que as tarefas reais serão, tomando o cuidado de escolher tarefas de teste que não sejam fragmentadas demais.

Antes da interação com o dispositivo, foi solicitado a cada participante a execução da tarefa proposta formulada como segue, "Para prefeito você vai votar para Monteiro Lobato de número 98, depois para vereador, em Cora Coralina, de número 98603. Tentem se comportar como se estivessem no dia da eleição e qualquer dificuldade dirijam-se aos mesários". A intervenção dos mesários e dos presidentes da mesa foi realizada conforme as normas do TSE, e por pessoal do TRE/SC.

Simultaneamente observou-se a interação de cada participante com o dispositivo sem qualquer intervenção da equipe de pesquisadores. Foi feito um registro em fitas de vídeo dos ensaios de interação para confirmar e acrescentar às observações realizadas e uma

braile, o treinamento em braile pode melhorar radicalmente a performance. Os três primeiros tinham um bom conhecimento do *braile* e receberam treinamento do dispositivo, tiveram sucesso na interação, sem apresentar qualquer tipo de incidente para completar o voto. O último, ao contrário, com muita dificuldade conseguiu votar para prefeito e anulou seu voto para vereador.

#### 5.2. - Pré-requisitos de conhecimento - Cegos com conhecimento Braile

Sujeito	Voto Eletrônico	Números em Braile	Letras em Braile	Teclado telefônico	Escolaridade na ACIC*	Voto p/ Prefeito	Voto p/ Vereador
1	sim	sim	sim	sim	professora	sim	sim
2	sim	sim	sim	sim	professora	sim	não
3	sim	sim	sim	sim	professora	sim	sim
4	não	não	não	não	2 meses	não	não

#### 5.3.- Quadro do tempo de duração das tarefas 1

Sujeito	Voto p/ Prefeito	Tempo de duração Digitar / Confirmar		Voto p/ Vereador	Tempo de duração Digitar / Confirmar		Tempo total
1	97	13 seg	8 seg	97605	41 seg	7 seg	69 seg
2	99	15 seg	5 seg	99602	45 seg	5 seg	70 seg
3	99	10 seg	3 seg	99606	20 seg	5 seg	38 seg
4	98			98604			5,30 min

#### 5.6.2.2. Segundo ensaio de interação - Grupo de cegos sem conhecimento de *braille* e da urna eletrônica

A segunda simulação da "Urna Eletrônica" com cegos foi realizada na sede da ACIC- Associação Catarinense para a Integração do Cego, em Florianópolis, com a participação de sete eleitores cegos que não *Braille*. Dentre as quais 4 conheciam as letras e os números em *braille*, além de estarem cientes do procedimento para votar na urna eletrônica. Três participantes não tinham conhecimento nem em *braille* nem dos procedimentos do voto eletrônico, estes não conseguiram dar início a interação, tornando seu voto inexistente. Os 4 participantes com potencial para votar, somente um obteve sucesso votando tanto para prefeito como para vereador. O outro participante conseguiu completar o voto para prefeito, mas anulou o voto para vereador. Outro votou, involuntariamente, em branco para prefeito, tendo anulado seu voto para vereador. O último participante com potencial, anulou seu voto, tanto para prefeito quanto para vereador.

#### 5.4. - Pré-requisitos de conhecimento - Cegos sem conhecimento em Braille

Sujeito	Voto Eletrônico	Números em Braille	Letras em Braille	Teclado telefônico	Escolaridade na ACIC*	Voto p/ Prefeito	Voto p/ Vereador
---------	--------------------	--------------------------	-------------------------	-----------------------	--------------------------	---------------------	---------------------

1	sim	sim	sim	não	1 ano	não	não
2	sim	sim	sim	sim	3 anos	sim	não
3	não	não	sim	não	8 meses	não	não
4	não	não	não	sim	8 dias	não	não
5	sim	sim	sim	sim	completa	sim	sim
6	não	sim	sim	não	1 ano	não	não
7	não	não	não	não	2 meses	não	não

5.5.- Quadro do tempo de duração das tarefas 2

Sujeito	Voto p/ Prefeito	Tempo de duração Digitar / Confirmar	Voto p/ Vereador	Tempo de duração Digitar / Confirmar	Tempo total
1	98	30 seg 7 min	98602	não	7.30 seg
2	97	1.70 seg 1.20 seg	97603	não	2.90 seg
3	98	não	98608	não	1 min
4	99	não	99609	não	1 min
5	99	15 seg 40 seg	99605	1min 10 seg	1,65 seg
6	98	não	98605	não	3 min
7	98	1.20 seg não	98606	não	1.20 seg

### 5.6.2.3. Terceiro ensaio de interação - Grupo de pessoas idosas

Realizado no grupo da terceira idade da Lagoa da Conceição, em Florianópolis, o ensaio de interação contou com um grupo de 9 pessoas idosas de baixa escolaridade, com idade acima de 53 anos, dentre as quais 6 tinham mais de 70 anos.

De modo a se aproximar de uma situação normal e considerando a dificuldade de memorização desse grupo, os números dos candidatos em quem deveriam votar foram escritos em uma folha de papel para que os participantes pudessem consultar durante a interação no caso de dúvida.



Dentre os 9 participantes , um era analfabeto e errou na digitação anulando os dois votos. Dos 8 restantes que possuíam a competência necessária para votação eletrônica, somente 4 tiveram sucesso ao votar para prefeito e para vereador, sendo que na passagem do voto de prefeito para vereador, dois idosos foram auxiliados pelo mesário para a confirmação. Os outros 4 conseguiram completar o voto para prefeito, sendo que dois participantes tiveram ajuda do mesário para a confirmação do voto para prefeito, mas no voto para vereador, os quatro cometeram erros na digitação, não completando os cinco algarismos pedidos e o voto foi definido pelo dispositivo como voto na legenda.

#### 5.6. - Pré-requisitos de conhecimento - Idosos

<b>participante</b>	<b>Voto Eletrônico</b>	<b>Alfabeto</b>	<b>Controle De telefone</b>	<b>Controle de televisão</b>	<b>Voto p/ Prefeito</b>	<b>Voto p/ Vereador</b>
1	sim	sim	sim	não	sim	não
2	sim	sim	sim	não	sim	sim
3	sim	sim	sim	não	sim	não
4	sim	sim	sim	sim	sim	sim
5	não	não	não	não	não	não
6	sim	sim	sim	sim	sim	sim
7	sim	sim	sim	sim	sim	não
8	sim	sim	sim	sim	sim	não
9	sim	sim	sim	sim	sim	sim

#### 5.7.- Quadro do tempo de duração das tarefas 3

<b>Sujeito</b>	<b>Voto p/ Prefeito</b>	<b>Tempo de duração Digitar / Confirmar</b>		<b>Voto p/ Vereador</b>	<b>Tempo de duração Digitar / Confirmar</b>		<b>Tempo total</b>
1	99	3 seg.	17 seg.	99601	21 seg.	6 seg.	46 seg.

2	98	9 seg.	18 seg.	98606	25 seg.	20 seg.	45 seg.
3	97	5 seg.	5 seg.	97607	não		21 seg.
4	99	4 seg.	2.11 seg	99609	13 seg	2 seg	.30 seg
5	99	não		99608	não		1.40 seg
6	98	5 seg	5 seg	98607	9 seg	2 seg	21 seg
7	98	5 seg	33 seg	98606	21 seg	2 seg	1.02 seg
8	97	4 seg	54 seg	97601	19 seg	28 seg	1.45 seg
9	98	11 seg	2 seg	98608	7 seg	3 seg	22 seg

### 5.6.3. Análise Dos Resultados E Recomendações

#### 5.6.3.1. Para os Eleitores Cegos

Quanto à ergonomia física, ficou evidente que o ângulo de inclinação do teclado da "Urna Eletrônica" é inadequado. Para ler através do método braile os cegos têm de usar a ponta dos dedos e, em posicionamento atual da "Urna Eletrônica" é muito baixa, pois os obriga a ficar debruçados longo tempo em posição desconfortável.

A sequência numérica do teclado decádico da "Urna Eletrônica" é igual a do teclado de um telefone público. Isso deveria facilitar a interação do cego com a interface, pois a maioria dos cegos possui um mapa mental da distribuição dos números nas teclas em um telefone.

A interação com a urna exige do cego bastante de sua carga mental pois esses devem realizar várias tarefas em paralelo sem a utilização da tela, a saber, memorizar a estrutura do processo, explorar o teclado, inferir sobre as repercussões de suas ações e memorizar os códigos de seus candidatos. Assim a medida que executam suas ações, por exemplo,

pressionavam as inscrições em *brailer*, pensando ser a tecla de entrada dos dados, não possuem nenhum feedback do que estão fazendo.

Apesar de não existirem critérios ou recomendações ergonômicas explícitas para a concepção e avaliação de interfaces para os cegos, pode-se afirmar que critérios ergonômicos (Vide pag.12) , condução, feedback, gestão de erros, controle, significado dos códigos e carga de trabalho, podem ser aplicados igualmente na resolução de problemas ligados a cegos.

O experimento demonstrou claramente, apesar das informações em *braille* no teclado, a impossibilidade de uso da "Urna Eletrônica" por cegos quando:

- não há domínio do método Braile;
- não há um prévio treinamento com a "Urna Eletrônica";
- não há o conhecimento da distribuição espacial dos números em um teclado decádico utilizado em telefones.

#### 5.6.3.2. Para Eleitores Idosos

Para os idosos analfabetos constatou-se a impossibilidade destes conseguirem votar na urna eletrônica. Já para aqueles alfabetizados e que guardam o conhecimento do processo de voto, observou-se que esses não olhavam para a tela, estando suas atenções exclusivamente voltadas para o teclado, nota-se na apresentação desse, a falta de contraste entre as teclas e o fundo do mesmo. Dessa forma, observou-se que o uso desse sistema tela-teclado não parece ser natural.

Pode-se afirmar que a urna eletrônica não permite assegurar um voto normal para esse tipo de população, visto que somente a metade dos idosos com potencial de sucesso conseguiram expressar seu voto corretamente A

ação de confirmação é um recurso da linguagem técnica da informática, observou-se que do jeito que é solicitada para esse tipo de eleitores representa uma barreira, onde muitos dos que conseguiram finalizar o voto tiveram a ajuda dos mesários.

Para essa população tanto a memorização dos códigos como a falta de familiaridade com sistemas eletrônicos, representam problemas, devido a exigência de carga cognitiva. O acesso de idosos a esse dispositivo pode ser menos problemático se as qualidades de condução e de significado dos códigos, assim como a gestão de erros e o controle, forem suficientemente considerados no projeto da urna eletrônica.

Um problema importante no dispositivo é a falta de feedback, pois no final do processo de votação alguns idosos terminaram a interação sem saber que na verdade não haviam conseguido votar em quem eles queriam.

## **Capítulo 6**

### **6.1. Recomendações Ergonômicas Resultantes da Interface da Urna Eletrônica**

Foram as seguintes recomendações consideradas pertinentes à

- Um maior cuidado com a condução do eleitor durante o diálogo. Deveria haver algumas mensagens convidativas, como por exemplo: "Utilize o teclado ao lado para compor o numero de seu candidato para prefeito";

*braile* e seu emprego na interface,  
apesar de parecer uma solução, só permitiria o acesso a uma pequena

parcela da população. Para os cegos, devido a natureza de sua deficiência, uma proposta alternativa é a utilização da tecnologia da fala.

Em vista do estado da arte quanto à utilização da fala (do usuário e da própria interface) cremos ser possível a solução de diversas dificuldades atuais de uso da "Urna Eletrônica" através dessa tecnologia, tanto para os usuários considerados normais como para os excluídos das NTIC(s). Estes últimos excluídos por problemas da interface ao usuário: cegos, deficientes visuais, deficientes físicos, analfabetos, idosos etc.

Segundo McCauley, 1984; Schmandt, 1985; Strathmeier, 1990, a tecnologia da fala tem quatro componentes: Reconhecimento de uma palavra; Reconhecimento da fala contínua; Armazenagem e envio da fala e a da fala. Esses componentes podem ser combinados de forma criativa, desde simples sistemas de fala que retornam uma informação ou que geram uma mensagem, até interações complexas que aceitam comandos falados, geram *feedback* falado de dados científicos e per

Objetivando minimizar a carga mental do usuário idoso, uma interface com aparelhos de manipulação de voz combinada a uma interface visual, devidamente adaptada, seria de grande benefício a esses eleitores que não precisariam ter de memorizar códigos numéricos, no caso atual da urna eletrônica, visto que um dos problemas essenciais dessa população é a

Ainda que os caminhos atualmente possam parecer divergir da fantasia para a ficção científica e implique em questões sociais, políticas e econômicas, a implementação de um sistema de reconhecimento do input vocal poderia permitir o acesso ao voto informatizado por parte de todos os

eleitores excluídos das NTIC(s), representantes de uma parcela significativa da população brasileira.

## 6.2. CONCLUSÃO

Quando no Brasil a informática ainda estava presente apenas nas grandes empresas e era vista individualmente como algo inacessível, nos anos 70. Atualmente as mudanças das NTIC, ocorrem de forma espantosa,

por sua velocidade e abrangência, revolucionando a organização do trabalho.

Um dos principais agentes de transformação das sociedades atuais são as NTIC, sob suas diferentes formas, com seus usos diversos, e todas as implicações que elas têm sobre nosso cotidiano e nossas atividades. Por trás daquilo que é óbvio, estas NTIC trazem consigo outras modificações menos perceptíveis, mas bastante perversas: alterações em nosso meio de conhecer o mundo, na forma de representar este conhecimento, e na transmissão destas representações através da linguagem.

Uma das características mais notáveis do homem é sua capacidade de se acostumar a condições de quase todos os tipos, sejam elas boas ou más, tanto em si mesmo quanto no ambiente, e uma vez que se acostume, tais condições lhe parecem certas e naturais. Esta capacidade é uma dádiva quando lhe possibilita a adaptação a condições desejáveis, mas pode revelar-se um grande perigo quando as condições são indesejáveis.

A pesquisa desenvolvida neste trabalho refere-se a avaliação das interfaces da urna eletrônica com os eleitores excluídos das NTIC, empregada no processo eleitoral brasileiro em 1996. Este estudo provou que a interferência da Urna eletrônica foi um fator de exclusão social para os cegos, deficientes visuais e idosos. Os resultados foram enviados num relatório ao Tribunal Regional Eleitoral de Santa Catarina contudo, verificou-se poucas modificações no dispositivo utilizado nas eleições de 1998, prevalecendo a mesma estrutura e estilo de diálogo. Considerando a complexidade destas últimas eleições que abrangiam numa mesma sessão de voto as votações para presidente, governador, senador, deputado federal e deputado estadual. A idéia elaborada a partir dessas constatações é de que o resultado final da manifestação eleitoral feita através da urna eletrônica, foi mais uma vez desvinculado de seus objetivos.



Pode-se observar , pelo recurso da comparação, entre as eleições de 1996 e 1998 que o tempo de votação em 1998 deveria ser maximizado dado o acúmulo de procedimentos exigidos na tarefa de votar. Com a diminuição do número de sessões eleitorais e do tempo de votação, ocorreu o aumento do número de eleitores por urna eletrônica. A consequência destas modificações ficou evidente no aumento das filas culminando a finalização dos trabalhos além do horário oficial estabelecido. Diante deste quadro, torna-se evidente que a interferência da urna eletrônica tenha sido mais uma

É lugar comum a referência ao analfabetismo e à exclusão social de um grande número de brasileiros. Mas, a globalização exige alternativas rápidas e efetivas para problemas tão evidentes. E por que não adaptar as NTIC ao homem, auxiliando-o a se tornar um cidadão? Essa preocupação, que parece óbvia, não ficou evidenciada na interface do usuário-eleitor com a urna eletrônica. O voto eletrônico é um direito civil, para que uma eleição seja honesta, confiável, só pode ser conhecida quando o eleitor domina o instrumento através do qual se manifesta, sendo , a escrita manual ou a eletrônica.

Uma solução que não deixa dúvidas sobre a interação com a urna eletrônica, mas que pode por em risco os aspectos ligados à segurança da eleição, seria o depósito em uma urna eleitoral do voto eletrônico por parte dos eleitores. Este procedimento sugere a contemplação de todos os eleitores, pressupondo que as interfaces da urna eletrônica atende-se as necessidades dos grupos de eleitores idosos, cegos e deficientes visuais.

O crescimento do mercado mundial demanda projetistas com visão global e que também, considerem as especificidades das populações de excluídos para projetos. Arquiteturas de software que permitem a

realização de versões que atendam a características de usuários diferentes devem ser enfatizadas. Por exemplo, todos os textos (instruções, ajuda , mensagens de erro, rótulos) podem ficar em arquivos, de forma que diferentes versões possam ser geradas com nenhuma ou pouca programação adicional.

Deve-se destacar a importância do conhecimento pelos projetistas de informações sobre o usuário. No caso deste estudo, nota-se que muitos idosos não usam dispositivos eletrônicos com intimidade por se sentirem intimidados com a parafernália de controles desconhecidos e com o aprendizado que demandam. Preferem ter uma relação direta com outro ser humano. Sua possível relação com máquinas é impedida pelo receio do desconhecido. Identificar quais são os obstáculos que evitam a interação dos usuários idosos com o computador é uma questão de fundamental importância para os ergonomistas.

A ergonomia de interfaces homem-computador como parte integrante dos projetos de sistemas ainda é desconhecida no Brasil. A nível mundial existem poucos trabalhos teóricos escritos sobre ergonomia de interfaces homem-computador associado aos excluídos.

Acomodar em uma única interface, os grupos de excluídos, como os idosos, os analfabetos ou aqueles que encontram-se afastados das NTIC, é atualmente impossível, um caminho seria criar interfaces que atendam as que requerem cada um dos grupos de excluídos, diminuindo as probabilidades de exclusão dos grupos na interação com uma

## **Referências Bibliográficas:**

- Bastien, C. & Scapin, D. (1993). Human factors criteria, principles, and recommendations for HCI: methodological and standardisation issues. (Internal Report). INRIA
- Burger D. Improved access to computers for the visually handicapped : new prospects and principles, IEEE volume 2 Number 3, September 1994, p 111-118
- Bauerfeld, P. (1994). Software by Design : creating people friendly software, M&T Books, New York
- Cybis W.A., P. M. S., Silveira M.C, Gamez L. (1998). Uma abordagem ergonômica para o desenvolvimento de sistemas interativos. I Workshop sobre Fatores Humanos em sistemas computacionais: compreendendo usuarios, construindo interfaces., Maringá.
- Cybis W. A., M. G. P. H. C. I. (1997). Validação ergonômica da urna eletrônica face ao usuário-eleitor., 8º Congresso Brasileiro de Ergonomia., Florianópolis, ABERGO.
- Cybis, W.A., Abordagem Ergonômica para IHC, Apostila LabIUITL, Universidade Federal de Santa Catarina, 1997
- Dix, A., Finlay, J., Abowd, G. & Beale, R. (1993) . Human-Computer Interaction, Prentice Hall International (UK) Limited
- Helander, M., Landauer, T.K., Prabhu, P. (eds), (1997). Handbook of Human-Computer Interaction, (second edition), Elsevier Science.
- Hix, D. & Hartson, H. R. (1993). Developing User Interfaces: Ensuring usability through product & process. Wiley Professional Computing.
- Horton. W. (1994). The Icon Book: visual symbols for computer systems and documentation. John Wiley & Sons, Inc.
- Howard S. (1997). "Trade-off decision making in user interface design." Behaviour & Information Technology 16(2): 98-109.
- Lavery, D., Cockton, G. & Atkinson, M., Comparison of evaluation methods using structured usability problem reports, Behaviour and Information Technology, v16, n4/5, pp246-266, 1997
- Lewis C., Wharton., C. (1997). Cognitive Walkthroughs. Handbook of Human-Computer Interaction. M. Helander, Landauer, T.K., Prabhu, P., Elsevier Science: 717-732.
- Lévy, P. As Tecnologias da Inteligência, tradução de Carlos Irineu da Costa.- Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993.

- Macleod M., B., R., Bevan, N., Curson, I. (1997). "The MUSiC performance measurement method." *Behaviour and Information Technology* 16(4/4): 279-293.
- McClelland, J., Rumelhart, D.(1986). Explorations in the Microstructures of Cognition (2 vol.), MIT Press, Cambridge, Massachusetts/Londres
- Muller M.J., H. J. H., Dayton T. (1997). Participatory Practices in the Software Lifecycle. Handbook of Human-Computer Interaction. M. Helander, Landauer, T.K., Prabhu, P.: 255-297..
- Powell, E.J. (1990). *Designing User Interfaces*, Data Based Advisor Series, Ed. Lance A. Leventhal, Microtrend Books
- Ravden, S., & Johnson, G. (1989). *Evaluating usability of human-computer interfaces* (first ed.). Chichester: Ellis Horwood Limited.
- Richard, J.-F., Bonnet, C., & Ghiglione, R. (1990). *Traité de Psychologie Cognitive : perception, action, langage*(première ed.). Paris: Bordas.
- Scapin, D., Bastien, J.M.C. (1997). "Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive system." *Behaviour and Information Technology* 16(4/5): 220-231.
- Scapin, D.L. (1990c) - Des critères ergonomiques pour l'évaluation et la conception d'interfaces. IN: Actes du Congres de la SELF, Montréal.
- Sears A. (1997). "Heuristic Walkthroughs: finding the problems without the noise." *International Journal of Human-Computer Interaction* 9(3): 213-234.
- Squires, D. Preece, J. Usability and learning : evaluating the potential of educational software, *Computers and Education*, v27, n1, pp15-22, 1996
- Sheridan, T. B. (1997). Task Analysis, Task Allocation and Supervisory Control. Handbook of Human-Computer Interaction. M. Helander, Landauer, T.K., Prabhu, P., Elsevier Science: 87-105
- Sperandio J.Cl. L'ergonomie face aux changements technologiques et organisationnels du travail humain, Octares Editions, Collection Travail, 1996.
- Sperandio J Cl. , Uzan G. , Michel G. L'utilisation de l'informatique par les aveugles : difficultés, et solutions actuelles et perspectives. In *Le travail Humain*, 1997
- Shneiderman, B. (1994). *Designing the User Interface: strategies for effective human-computer interaction* (second ed.). Addison-Wesley Publishing Company.

- Valentin, A., & Lucongsang, R. (1987). L'ergonomie des logiciels (first ed.). Paris: ANACT.
- Valentin, A., Vallery, G & Lucongsang, R. (1993). L'évaluation ergonomique des logiciels; une démarche interactive de conception (first ed.). Paris: ANACT.
- Winograd, T., & Flores, F. (1986). Understanding computers and cognition: a new foundation for design (first ed.). Norwood, New Jersey: Ablex Publishing Corporation.
- Valentin, A., Vallery, G & Lucongsang, R. (1993). L'évaluation ergonomique des logiciels; une démarche interactive de conception (first ed.). Paris: ANACT.

## Anexo I

### Avaliação Ergonômica do Dispositivo Urna Eletrônica - Diagnostico Preliminar

#### Introdução

O presente diagnostico refere-se a avaliação ergonômica preliminar da interface com o eleitor da Urna Eletrônica desenvolvida pelo Tribunal Superior Eleitoral para ser utilizada nas principais cidades do país nas eleições municipais de 1996. A dependências do Tribunal Regional Eleitoral em Florianópolis, no dia 31 de Outubro de 1996, oportunidade na qual três ergonomistas especializados no trabalho informatizado avaliaram o dispositivo de urna eletrônica através da técnica de

#### A avaliação heurística

Através dessa técnica a interface com o usuário-eleitor da urna eletrônica foi confrontada a critérios e recomendações ergonômicos, referentes a facilidade de uso e a utilidade de interfaces homem-computador. Trata-se de uma técnica prospectiva, que sem a participação do usuário, busca identificar aspectos que \_\_\_\_\_, podem causar problemas durante a interação homem-dispositivo informatizado.

As ferramentas utilizadas pelos três ergonomistas que aplicaram a técnica de avaliação heurística na análise da urna eletrônica foram as recomendações da Norma ISO 9241<sup>9</sup> e o conjunto de critérios ergonômicos<sup>10</sup> definidos por pesquisadores do INRIA, instituto de pesquisa em automação e informática da França.

---

<sup>9</sup> Trata-se da primeira norma internacional prevista para definir e avaliar a qualidade ergonômica de interfaces homem-computador em uso nos escritórios. A diversas partes da norma internacional ISO 9241 estão sendo elaboradas pelo comitê técnico ISO/TC 159, Ergonomia, sub-comitê SC4, ergonomia da interação homem-máquina. Das 8 partes destinadas ao requisitos do software interativo duas já encontram-se aprovadas.

<sup>10</sup> Condução ao Usuário, Carga de Trabalho, Controle ao Usuário, Adaptabilidade, Gestão de Erros, Consistência, Significado dos Códigos e Compatibilidade.

Segundo os critérios e recomendações ergonômicas, o usuário deveria poder digitar o

código, verificar a exatidão da entrada efetuada, eventualmente corrigir-comandar a ação de interpretar sua entrada.

A *ra os erros* é particularmente deficiente no módulo de voto para vereador que além da desconformidade apresentada acima, interpreta de maneira inapelável, as ações involuntárias (erros) dos usuários durante a entrada do código de seu vereador em VOTOS NA LEGENDA. Ao estar preenchendo o campo com o código de seu candidato a vereador, o eleitor pode, por qualquer motivo, incluindo aqui problemas com o teclado e/ou deficiência visual, enganar-se e, antes de finalizar a entrada pretendida, acionar a tecla VERDE para CONFIRMAR. Nesse caso seu candidato a vereador terá perdido um voto pois, a reação do sistema terá sido de considerar a entrada efetuada como voto na legenda, mesmo que o valor digitado seja diferente do código correspondente ao voto na legenda. Pretendendo votar no candidato de código 97601, o eleitor engana-digitado o número 9760, acionar involuntariamente a tecla VERDE para CONFIRMAR. Claramente sua intenção não era votar na legenda, pois para fazê-lo o eleitor, deveria digitar simplesmente o código 97. Um sistema adequadamente protegido contra erros humanos daria inicialmente a chance ao usuário-eleitor de criticar o código entrado e realizaria ele mesmo uma crítica final adequada.

A hipótese elaborada a partir dessas constatações é de que a combinação dos problemas ergonômicos citados acima pode interferir na qualidade final do voto de eleitores especiais, pessoas, por diversos motivos, afastadas cultura urbana informatizada. Em outras palavras, para idosos votantes, certos tipos de deficientes físicos e trabalhadores rurais, o resultado final da manifestação eleitoral feita através do dispositivo de urna eletrônica, pode ter sido desvinculado de seus objetivos.

#### Análise Detalhada

##### Diálogo para Votar para Prefeito

Controle: A interação tem a seguinte característica inadequada; a ação do usuário de digitar o último algarismo do código de um candidato é ao mesmo tempo, a que solicita a interpretação do voto. As pesquisas em ergonomia recomendam que os diálogos devem



diferenciar essas duas ações; o usuário deveria poder realizar sua entrada e depois comandar explicitamente sua interpretação.

Proteção contra erros: O comportamento descrito acima elimina a possibilidade do usuário criticar e corrigir sua entrada antes que ela seja interpretada pelo sistema. Por outro lado, ao votar o usuário deveria poder contar com um mecanismo de dupla confirmação. É o que recomenda-se para ações de repercussões catastróficas.

#### Condução: Tela de Abertura de Voto para Prefeito

A condução existente inclui o título da tela VOTO PARA PREFEITO e dois traços consecutivamente intermitentes representando o convite para a entrada dos dois dígitos do código para o candidato a prefeito. Esse tipo de condução é inadequado face a abrangência de eleitores, que inclui pessoas totalmente leigas na interação com dispositivos interativos.

A *Proteção contra os erros* é particularmente deficiente no módulo de voto para vereador, que além da desconformidade apresentada acima, interpreta de maneira inapelável, as ações involuntárias (erros) dos usuários durante a entrada do código de seu candidato em VOTOS NA LEGENDA. Ao estar preenchendo o campo com o código de seu candidato a vereador, o eleitor pode, por qualquer motivo, incluindo aqui problemas com o teclado e/ou deficiência visual, enganar-se e, antes de finalizar a entrada pretendida, acionar a tecla VERDE para CONFIRMAR. Nesse caso seu candidato a vereador terá perdido um voto pois, a reação do sistema terá sido de considerar a entrada efetuada como voto na legenda. Pretendendo votar no candidato de código 97601, o eleitor enganando digitado o número 9760, acionar involuntariamente a tecla VERDE para CONFIRMAR. Claramente sua intenção não era votar na legenda, pois para fazê-lo o eleitor, deveria digitar simplesmente o código 97. Um sistema adequadamente protegido contra erros humanos daria inicialmente a chance ao usuário-eleitor de criticar o código antes de sua entrada e realizaria ele mesmo uma crítica final adequada solicitando uma confirmação, no caso de discrepâncias entre os valores entrados e esperados.

A hipótese geral elaborada a partir dessas constatações é de que a combinação dos problemas ergonômicos citados acima podem interferir na qualidade final do voto de eleitores especiais, pessoas, por diversos motivos, afastadas cultura urbana informatizada. Em outras palavras, para idosos votantes, certos tipos de deficientes físicos e trabalhadores rurais, o resultado final da manifestação eleitoral feita através do dispositivo de urna eletrônica, pode ter sido desvinculado de seus objetivos.